



**A fizikus mesterképzési szak
nappali munkarendű
angol képzési nyelvű
képzésének
KÉPZÉSI PROGRAMJA**

**Elfogadta a Szenátus SZ–X/26.3/2025/2026. (2026. VI. 29.)
számú határozatával**

Hatályos 2027. év február hónap 1. napjától

**Érvényes a tanulmányaikat a 2026/2027 tanév tavaszi félévétől
megkezdő hallgatókra**

1. A képzés alapvető adatai.....	4
1.1. A szak és a szakképzettség.....	4
1.2. A képzés profilja.....	4
1.3. Duális, kooperatív képzés.....	4
1.4. Képzési idő és kreditérték.....	4
1.5. A képzés munkarendje, képzésszervezés.....	5
1.6. A képzés nyelve.....	5
1.7. A képzés felelősei.....	5
1.8. A felvétel feltételei.....	5
2. A képzés tartalma, sajátosságai és követelményei.....	6
2.1. A képzés célja, minőségbiztosítási rendszere.....	6
2.2. Általános kompetenciák.....	10
2.3. Szakmai kompetenciák.....	11
2.3.1. Képzési és kimeneti követelmények.....	11
2.3.2. A képzés sajátos kompetenciái.....	13
2.4. A képzés alapvető szerkezeti elemei.....	15
2.4.1. A szakmai gyakorlat.....	15
2.4.2. Diplomamunka.....	15
2.4.3. Szabadon választható tantárgyak.....	15
2.4.4. Ismeretkörök.....	15
2.4.5. Specializációk.....	31
2.5. Értékelési és ellenőrzési módszerek.....	32
2.5.1. Tanulmányi teljesítményértékelési módszerek.....	32
2.5.2. Szaknyelvi kompetenciák.....	34
2.5.3. Szakmai gyakorlat.....	34
2.5.4. Kritériumkövetelmények.....	36
2.5.5. Diplomamunka-készítés.....	36
2.5.6. Záróvizsga.....	38
2.6. Munkaerőpiaci kapcsolódások.....	49
2.7. A specializációk rendszere és a specializációhoz rendelés.....	51

2.7.1. A specializációs preferenciák és a specializációhoz rendelés részletes szabályai.....	51
2.7.2. Nanotechnológia és Anyagtudomány specializáció.....	53
2.7.3. Optika és Fotonika specializáció.....	56
2.7.4. Kutatófizikus specializáció.....	62
2.7.5. Kvantumtechnológia specializáció.....	67
2.7.6. Nukleáris technika specializáció.....	70
2.7.7. Természettudományos adatelemzés specializáció.....	74
2.8. A mesterképzési szak sajátosságai.....	78
2.8.1. Bemeneti feltételek.....	78
2.8.2. A képzés megkezdéshez vagy folytatásához szükséges kompetenciák.....	78
2.8.3. A hiányzó kompetenciák megszerzésének módja.....	80
2.8.4. A hiányzó kompetenciák megszerzését biztosító tantárgyak.....	80
3. Kompetenciamérések.....	81
3.1. Bemeneti kompetenciamérés.....	81
3.2. Közbenső kompetenciamérés(ek).....	82
3.3. Kimeneti kompetenciamérés.....	82
4. Mobilitási ablak.....	84
4.1. A mobilitási ablak féléve vagy félévei.....	84
4.2. A mobilitási ablakban teljesített tantárgyak elismerése.....	84
4.3. A mobilitási ablakra vonatkozó különös rendelkezések.....	85
4.4. A mobilitási ablakban végzett szakmai gyakorlat különös szabályai.....	86
4.5. A mobilitási ablakban történő diplomamunka-készítés különös szabályai.....	87
5. Mikrotanúsítványokkal összefüggő rendelkezések, modulok.....	88
6. A képzés mintatanterve.....	88
6.1. A képzés mintatanterve.....	88
6.2. Tantárgyi megfeleltetés a korábbi mintatantervvel.....	88
6.2.1. A fizikus MSc mintatanterv tantárgyainak megfeleltetése.....	89

1. A képzés alapvető adatai

1.1. A szak és a szakképzettség

A szak megnevezése

magyarul: fizikus mesterképzési szak

angolul: Physicist master programme

A szakképzettség megnevezése

magyarul: okleveles fizikus

angolul: Physicist

Végzettségi szint

magyarul: mesterfokozat

angolul: master of science (MSc)

1.2. A képzés profilja

Képzési szint: mesterképzés

A képzés

Európai Képesítési Keretrendszer (EKKR) szerinti besorolása: 7. szint

Magyar Képesítési Keretrendszer (MKKR) szerinti besorolása: 7. szint

ISCED 2011 szerinti besorolása: 7. szint

ISCED-F 2013 szerinti besorolása: 0533

képzési terület szerinti besorolása: természettudomány

orientációja: elméletorientált (60-70%)

FIRgráf¹ elérhetősége:

<https://firgraf.oh.gov.hu/felsooktatasi-kepzesek/kepzes/MSZKFIZ/>

1.3. Duális, kooperatív képzés

Ezen képzés esetében nem releváns, illetve nem alkalmazható.

1.4. Képzési idő és kreditérték

Képzési idő: 4 félév

Megszerzendő kreditek száma: 120 kredit

¹ Az Oktatási Hivatal központi képzésnyilvántartási felületén (<https://firgraf.oh.gov.hu/felsooktatasi-kepzesek/>) az adott képzés adatlapja (pl. vegyészmérnöki alapképzés esetén <https://firgraf.oh.gov.hu/felsooktatasi-kepzesek/kepzes/BSZKVEM/>)

1.5. A képzés munkarendje, képzésszervezés

A képzés munkarendje: nappali

A képzés megszervezésének részletes leírása:

A képzés alapvetően jelenléti formában zajlik. A képzés helyszíne az egyetem, néhány (laboratóriumi) gyakorlat egy-két foglalkozását külső helyszínen végezzük. A tananyag elsajátítását és az önálló hallgatói munkát zárt rendszerű képzésmenedzsment-rendszeren keresztül támogatjuk.

1.6. A képzés nyelve

A képzés nyelve: angol

A magyar nyelven folyó képzés sajátosságai: nem releváns, a képzés nyelve angol.

A nem magyar nyelven folyó képzés sajátosságai: A kötelező és kötelezően választható tantárgyak oktatása angol nyelven folyik. A szabadon választható tantárgyak magyar és angol nyelven egyaránt teljesíthetők. A diplomamunka főszabály szerint angol nyelven készül.

1.7. A képzés felelősei

A képzésért felelős kar: Természettudományi Kar

Szakfelelős: Dr. Takács Gábor

1.8. A felvétel feltételei

Jogszabályban, Felvételi szabályzatban és a felsőoktatási felvételi tájékoztatóban meghatározott feltételek a következők szerint:

Mesterképzésre kizárólag az a jelentkező vehető fel, aki legalább alapképzésben (vagy korábban legalább főiskolai képzésben) fokozatot és szakképzettséget tanúsító oklevelet szerzett, vagy ezekkel egyenértékű külföldön szerzett oklevéllel rendelkezik és megfelel a jogszabályban és a BME Felvételi szabályzatában foglalt rendelkezéseknek.

A felvételi pontszám a felvételi eljárás során kerül megállapításra. Az eljárás részleteit a szak és a BME felvételi szabályzata rögzíti. A felvételhez szükséges bemeneti kompetenciákat a 2.8. pont ismerteti.

2. A képzés tartalma, sajátosságai és követelményei

2.1. A képzés célja, minőségbiztosítási rendszere

A fizikus mesterképzés átfogó célja olyan magas szintű elméleti és kísérleti felkészültséggel rendelkező szakemberek képzése, akik képesek a modern fizika módszereinek alkalmazására, komplex tudományos és mérnöki problémák önálló elemzésére, valamint új ismeretek létrehozására mind alapkutatási, mind alkalmazott kutatási környezetben.

A képzés a képzési és kimeneti követelményekkel összhangban biztosítja:

- a fizika klasszikus és modern területeinek (pl. kvantummechanika, statisztikus fizika, szilárdtestfizika, anyagtudomány, optika) mélyreható ismeretét,
- a matematikai és numerikus módszerek magas szintű alkalmazását,
- a kísérleti technikák, mérési eljárások és adatfeldolgozási módszerek készség-szintű használatát,
- a modellezési és szimulációs kompetenciák fejlesztését,
- az önálló kutatási munka végzéséhez szükséges tudományos gondolkodásmód kialakítását.

A képzés különös hangsúlyt helyez:

- a problémamegoldó és kritikai gondolkodás fejlesztésére,
- az interdiszciplináris megközelítések alkalmazására,
- a digitális és adatvezérelt kutatási módszerek integrálására,
- a tudományos kommunikáció (angol nyelven is) magas szintű elsajátítására.

A program felkészíti a hallgatókat:

- doktori (PhD) képzésben való részvételre,
- magas hozzáadott értékű ipari és K+F pozíciók betöltésére.

Tudományos és szakmai fókuszterületek

A képzés fő fókuszterületei:

- elméleti fizika
- kísérleti fizika
- anyagtudomány és nanofizika
- optika és fotonika
- számítási fizika és modellezés

Ezek integrált módon jelennek meg, biztosítva az alap- és alkalmazott kutatás közötti átjárhatóságot.

Munkaerőpiaci relevancia és elhelyezkedési területek

A végzettek jellemzően az alábbi területeken helyezkednek el:

- kutatóintézetek és egyetemek (alap- és alkalmazott kutatás)
- high-tech iparágak (félvezetőipar, fotonika, energetika, anyagfejlesztés)
- informatikai és adatfeldolgozási szektor
- mérnöki és technológiai vállalatok
- innovációs és K+F központok

A képzés erősen támaszkodik a tudásalapú gazdaság igényeire, és hozzájárul a magas szintű műszaki-természettudományos kompetenciák utánpótlásához.

Specializációk

A képzés keretében elérhető specializációk célja a hallgatók célzott szakmai profiljának kialakítása. A specializációk:

- egy-egy szűkebb szakterület mélyebb elsajátítását teszik lehetővé,
- erősítik a munkaerőpiaci specializációt,
- közvetlen kapcsolatot biztosítanak ipari vagy kutatási alkalmazásokhoz.

Illeszkedés a képesítési keretrendszerekhez

A képzés célrendszere összhangban áll:

- a Magyar Képesítési Keretrendszer 7. szintjével,
- az Európai Képesítési Keretrendszer (EQF) 7. szintleírásaival,
- a dublini szintleírásokkal.

Ennek megfelelően a végzettek:

- magas szintű, specializált tudással rendelkeznek,
- képesek új ismeretek létrehozására és alkalmazására,
- komplex problémákat önállóan és felelősséggel kezelnek.

Minősbiztosítási rendszer

A képzés minősbiztosítása többszintű, folyamatosan működő rendszerben valósul meg, amely magában foglalja:

1. Belső minősbiztosítás:

- rendszeres tantárgyi és oktatói hallgatói értékelések,
- képzési program periodikus felülvizsgálata,
- tantervfejlesztési bizottsági kontroll,
- diplomamunkák és záróvizsgák szakmai minőségellenőrzése.

2. Stakeholder bevonás:

- oktatók és kutatók szakmai visszacsatolása,
- ipari partnerek és munkáltatók bevonása,
- alumni tapasztalatok figyelembevétele,

- hallgatói képviselő aktív részvétele.

3. Külső megfelelés:

- akkreditációs követelményeknek való megfelelés,
- nemzetközi benchmarkok figyelembevétele,
- tudományos és ipari trendek folyamatos követése.

4. Folyamatos fejlesztés:

- tanulási eredmények rendszeres monitorozása,
- új tudományos és technológiai irányok integrálása,
- oktatási módszertan fejlesztése (pl. projektalapú és kutatásalapú tanulás).

A képzés minőségbiztosítási elemei az ESG szerint

Az ESG 1.1 [Minőségbiztosítási politika] standardnak való megfelelés:

A képzés minőségbiztosítása az intézményi szintű minőségirányítási rendszerbe integráltan valósul meg, amely összhangban áll az ESG alapelveivel. A minőségbiztosítási politika kiterjed a képzés teljes életciklusára, beleértve a tervezést, megvalósítást, értékelést és fejlesztést. A program működését szabályozott eljárások, dokumentált folyamatok és egyértelmű felelősségi körök jellemzik.

A minőségbiztosítás kialakítása és működtetése során biztosított az érintettek – oktatók, hallgatók, ipari partnerek és szakmai szervezetek – bevonása.

Az ESG 1.2 [Képzési programok tervezése és jóváhagyása] standardnak való megfelelés:

A képzési program kialakítása a képzési és kimeneti követelményekkel összhangban, strukturált tervezési folyamat keretében történik. A tanterv és a tanulási eredmények meghatározása az alábbi szempontokat is figyelembe véve történik:

- a tudományterület nemzetközi fejlődési irányai,
- a munkaerőpiaci igények,
- valamint a doktori képzésbe történő továbblépés követelményei.

A program jóváhagyása több szinten történik (tanszéki, kari, egyetemi), biztosítva a szakmai és minőségbiztosítási kontrollt.

Az ESG 1.3 [Hallgatóközpontú tanulás, oktatás és értékelés] standardnak való megfelelés:

A képzés hallgatóközpontú megközelítést alkalmaz, amely támogatja az egyéni tanulási utak kialakítását és az aktív részvételen alapuló tanulást. Az oktatási módszerek között hangsúlyos szerepet kap:

- a kutatásalapú tanulás,
- a projektfeladatok,
- valamint a problémamegoldásra épülő oktatás.

Az értékelési rendszer átlátható, előre meghatározott kritériumokon alapul, és biztosítja a tanulási eredmények mérhetőségét. A hallgatók rendszeres visszajelzést kapnak előrehaladásukról.

Az ESG 1.4 [Hallgatói előmenetel, elismerés és oklevélkiadás] standardnak való megfelelés:

A hallgatói előmenetel nyomon követése szabályozott tanulmányi rendszer keretében történik. A képzés biztosítja:

- a kreditrendszer átlátható működését,
- a korábbi tanulmányok és kompetenciák elismerésének lehetőségét,
- a tanulmányi követelmények egyértelmű kommunikációját.

Az oklevél kiadása a vonatkozó jogszabályoknak és intézményi szabályzatoknak megfelelően történik, biztosítva a megszerzett képesítés hitelességét és nemzetközi összehasonlíthatóságát.

Az ESG 1.9 [Programok folyamatos nyomon követése és időszakos felülvizsgálata] standardnak való megfelelés:

A képzés folyamatos monitorozása több indikátor mentén történik, beleértve:

- hallgatói teljesítmény és lemorzsolódás,
- kurzusértékelések,
- diplomázási arányok,
- munkaerőpiaci visszajelzések.

A program rendszeres időközönként átfogó felülvizsgálaton esik át, amelynek célja a tanterv korszerűsítése és a képzés minőségének fejlesztése, különös tekintettel a tudományos és technológiai trendekre.

Az ESG 1.10 [Ciklikus külső minőségbiztosítás] standardnak való megfelelés:

A képzés külső minőségbiztosítása rendszeres akkreditációs eljárások keretében valósul meg, összhangban a nemzeti és európai elvárásokkal.

A program megfelel a Magyar Felsőoktatási Akkreditációs Bizottság által meghatározott követelményeknek, és részt vesz a ciklikus felülvizsgálati folyamatokban.

A külső értékelések eredményei beépülnek a képzés fejlesztésébe, biztosítva a folyamatos minőségjavítást és a nemzetközi standardoknak való megfelelést.

2.2. Általános kompetenciák

Az Nftv. 11. § (2) bekezdés, 114/P. § (2) bekezdés b) pont és a KKK által meghatározott általános kompetenciák megszerzését biztosító tantárgyak:

Általános kompetencia	Tantárgyak [tantárgykód, tantárgynév]
digitális kompetenciák (digitális kompetenciák és szakmaspecifikus digitális készségek, a médiatudatosság, a biztonságos internethasználat, valamint digitális technológia hatékony alkalmazása tanulási célok elérését szolgáló digitális megoldások ismerete)	BMETEEFMsFMIFI-00, Artificial Intelligence in Physics (Mesterséges intelligencia a fizikában) BMETE15MF74, Computer Simulations in Physics (Számítógépes szimulációk a fizikában) BMETEFTBsPKRVM-00, Real-Time Control and Monitoring of Experimental Systems Using LabVIEW FPGA (Kísérleti rendszerek valós idejű vezérlése és monitorozása LabVIEW FPGA használatával) BMETE47MC40, Computational Neuroscience (Számítási idegtudomány) BMETE15MF60, Quantum Computing Architectures (Kvantumszámítógép-architektúrák) BMETESZBsPBATU-00, Introduction to Data Science (Bevezetés az adattudományba) BMETESZMsMNPST-00, Nonparametric Statistics and Information Theory (Nemparaméteres statisztika és információelmélet) BMETE95MM09, Statistical Program Packages 2 (Statisztikai programcsomagok 2) BMETESZMsMHAST-00, Advanced Applied Statistics with R (Haladó alkalmazott statisztika R-ben)
mesterséges intelligencia (MI alapú eszközök és eljárások, valamint ezek ismerete és alkalmazása a képzéshez kapcsolódóan)	BMETESZBsPBATU-00, Introduction to Data Science (Bevezetés az adattudományba) BMETEFTBsPATTM-00, Data Science Aided Measurements (Adattudomány által támogatott mérések) BMETEEFMsFMIAT-00, Artificial Intelligence in Data Science (Mesterséges intelligencia az adattudományban) BMETEEFMsFMIFI-00, Artificial Intelligence in Physics (Mesterséges intelligencia a fizikában)
a tudásalapú gazdasághoz kapcsolódó pénzügyi- és vállalkozói ismeretek fejlesztése	BMEGT35M108, Innovation and Green Finance (Innováció és zöld finanszírozás) BMETE15MF78, Financial Engineering (Pénzügyi matematika)
egészségfejlesztési ismeretek, testnevelés [Nftv. 11. § (2) A felsőoktatási intézménynek az alaptevékenységéhez igazodóan biztosítania kell testi és lelki egészségfejlesztést is beleértve a rendszeres testmozgás és sporttevékenység megszervezését (...)]	N/A
fenntartható fejlődési alapismeretek (az SDG ² megvalósítását szolgáló ismeretek és képességek)	BMETEFTMSVUEAI-00, Emerging Devices and Architectures for Information Technologies (Új eszközök és architektúrák az információtechnológiában) BMEGT35M108, Innovation and Green Finance (Innováció és zöld finanszírozás) BMETE80MFA2, Nuclear Fuel Cycle (Nukleáris üzemanyag-ciklus) BMETE80MX04, Nuclear Power Plants (Atomerőművek)

² Lásd részletesen: <https://sdgs.un.org/goals>

Általános kompetencia	Tantárgyak [tantárgykód, tantárgynév]
	BMETE80MFA8, Radiation Protection 2 (Sugárvédelem 2) BMETE80MFAM, Radionuclide Production and Application in Medical Biology (Radionuklidok előállítása és alkalmazása az orvosi biológiában) BMETENTMSFRAHB-00, Safety of Radioactive Wastes (Radioaktív hulladékok biztonsága)
környezet-, baleset-, munka- és fogyasztóvédelmi ismeretek	Physics Laboratory RP/NM/DP/OP/QT/NT (Fizikai Laboratórium KF/NA/TA/OF/KT/NT) BMETENTMSFRAKB-00, Migration of Radioactive Species in Environmental and Biological Matter (Radioaktív fajok migrációja környezeti és biológiai anyagokban) BMETE80MFA8, Radiation Protection 2 (Sugárvédelem 2) BMETENTMSFRAHB-00, Safety of Radioactive Wastes (Radioaktív hulladékok biztonsága)
korruptiómegelőzési alapismeretek	BMEGT35M108, Innovation and Green Finance
az Ipar 4.0 alapú működés és technológiai tudás, a kibernetikai rendszerek, önszervező mechanizmusok, valamint a digitalizáció és automatizáció munkaerőpiac strukturális változásokat indukáló következményeinek ismerete (csak a műszaki, az informatika képzési terület alap- és mesterképzési szakjain, a gazdaságtudományok képzési terület üzleti szakjain, és a természettudomány képzési terület szakjain)	BMETEFTMSVUEAI-00, Emerging Devices and Architectures for Information Technologies (Új eszközök és architektúrák az információtechnológiában) BMETEFTMSVFMET-00, Semiconductor Metrology (Félvezető-metrologia) BMETEAFMSVKFEF-00, Physics of Advanced Semiconductor Devices (Korszerű félvezető eszközök fizikája) BMEGT35M108, Innovation and Green Finance (Innováció és zöld finanszírozás)

2.3. Szakmai kompetenciák

2.3.1. Képzési és kimeneti követelmények

A képzést elvégző hallgató kompetenciái (a KKK szerint):

Tudás

- T1. Rendszerszinten és összefüggéseiben ismeri a fizika főbb témaköreinek átfogó elméleti és gyakorlati ismeretanyagát.
- T2. Ismeri a fizika elméleti, kísérleti, és számítógépes módszereit, valamint a
- T3. matematika és az informatika fizikát érintő területeit.
- T4. Ismeri a tudományos kutatás, az önképzés és a kommunikáció magas szintű módszereit.
- T5. Tisztában van a modern fizika lehetséges fejlődési irányjaival és határaival.
- T6. Magas szinten rendelkezik természettudományos ismeretekkel és az erre épülő gyakorlat elemeinek ismeretével, és megszerezni tudja azokat.
- T7. Ismeri azokat a fizikával kapcsolatos terepi, laboratóriumi és gyakorlati anyagokat, eszközöket és módszereket, melyekkel a szakmáját haladó szinten gyakorolni tudja.
- T8. Elmélyült és alapos szakmai tudással rendelkezik, amelynek alkalmazása szükséges természeti folyamatok, természeti erőforrások, élő és élettelen rendszerek szakterületéhez tartozó gyakorlati problémáinak megoldásához.

T9. Összefüggéseiben átlátja szakterületének vizsgálható folyamatait, rendszereit, és tudományos problémáit.

T10. Ismeri a fizika folyamatait leíró fogalomrendszert és terminológiát, valamint szakterületén széles körű szakirodalmi tájékozottsággal rendelkezik.

Képesség

K1. Képes a természeti jelenségekben megnyilvánuló fizikai törvényszerűségek felismerésére, e jelenségek tudományos igényű kísérleti tanulmányozására és elméleti értelmezésére.

K2. Képes bekapcsolódni az alap-, illetve alkalmazott fizikai kutatást végző kutatócsoportok munkájába.

K3. Képes fizikai törvényekre és csúcstechnológiai folyamatokra alapozott ipari, informatikai és mérési rendszerek magas színvonalú fejlesztésére és üzemeltetésére.

K4. Képes az informatika fizikát érintő szakterületeinek művelésére.

K5. Rendszeres szakmai önképzéssel képes a fizika új tudományos eredményeinek feldolgozására és munkája során ezek alkotó alkalmazására.

K6. Képes szakterületének vizsgálható folyamatait és rendszereit a fizikai tudományok gyakorlatában elfogadott módszerekkel tesztelni.

K7. A fizikai tudományokban szerzett elmélyült ismeretei alapján képes kísérletek tervezésére, kivitelezésére és kiértékelésére.

K8. Képes a fizikához és rokon területeihez kapcsolódó tudományos kérdések megfogalmazására.

K9. Képes tudásának folyamatos gyarapítására és tanulmányainak doktori képzés keretében történő folytatására.

K10. Tanulmányai során szerzett ismeretei és problémamegoldó készsége segítségével képes önálló és irányító munkakörök betöltésére a fizika tudományos eredményeit vagy módszereit felhasználó egyéb területeken (szakigazgatás, környezetvédelem stb.)

Attitűd

ATT1. Jellemző tulajdonságai a kreativitás, rugalmasság, a probléma felismerő és megoldó készség, az intuíció, a módszeresség és adatfeldolgozási képesség.

ATT2. Törekszik a modern fizika új eredményeinek megismerésére és minél szélesebb körű alkalmazására.

ATT3. Szakterületén megkülönbözteti a tudományosan megalapozott és a kétféle alátámasztott állításokat.

ATT4. Jellemzi a környezettel szembeni érzékenység, a szakmai továbbképzéshez szükséges pozitív hozzáállás és elkötelezettség a minőségi munkára.

ATT5. Rendelkezik kezdeményező, döntéshozatali képességgel és személyes felelősségvállalással. Munkatársaival aktívan együttműködik, konstruktív módon vesz részt csoportmunkában, kellő gyakorlat esetén vezetői feladatokat lát el.

ATT6. Szakterülete problémáit szakemberek és laikusok számára egyaránt szakszerűen megfogalmazza.

ATT7. Folyamatosan törekszik ismeretei bővítésére, új képességek megszerzésére.

Autonómia és felelősség

AUT1. A modern fizika területén nagyfokú önállósággal rendelkezik átfogó és speciális szakmai kérdések kidolgozásában, szakmai nézetek képviselésében és megindoklásában.

AUT2. Tudatosan és felelősséggel vállalja a természettudományos világnézetet.

AUT3. Magas szintű fizikai ismeretei, valamint kritikai és rendszerszintű gondolkodásmódja birtokában felelősen működik együtt szűkebb szakterületének, továbbá más tudományterületek szakmai képviselőivel.

AUT4. Terepi és laboratóriumi tevékenysége során megkülönböztetett környezettudatossággal jár el. Tudományos kutatásait a legmagasabb etikai normák figyelembevételével végzi.

AUT5. Tisztában van a tudományos gondolkodás, a pontos fogalomalkotás fontosságával, véleményét ezek figyelembevételével alakítja ki.

2.3.2. A képzés sajátos kompetenciái

A Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem által biztosított fizikus mesterképzés a képzési és kimeneti követelményekben meghatározott kompetenciákon túlmenően olyan többlettudást és készségeket biztosít, amelyek az intézmény kutatásintenzív, műszaki-természettudományos profiljából, valamint az ipari és kutatóintézeti együttműködéseiből fakadnak.

A képzés sajátossága, hogy erőteljesen integrálja az elméleti, kísérleti és számítástechnikai megközelítéseket, valamint kiemelt hangsúlyt helyez a korszerű mérési technikák, adatfeldolgozási módszerek és interdiszciplináris alkalmazások elsajátítására.

Ennek megfelelően a képzést elvégző hallgató a KKK-ban meghatározott kompetenciákon túlmenően az alábbi kompetenciákkal is rendelkezik:

Kompetenciaterület	Képzésspecifikus kompetencia
Tudás	Átfogó ismeretekkel rendelkezik a számítógépes modellezés és szimuláció fizikai alkalmazásairól, beleértve a nagyszámítógépes rendszerek kezelését.
	Ismeri a fizika ipari és technológiai alkalmazásainak főbb területeit (pl. félvezetőipar, fotonika, energiatechnológia).
	Ismeri a modern mérési adatfeldolgozás, jelfeldolgozás és adatkiértékelés korszerű módszereit.
Képesség	Képes komplex mérőrendszerek és kísérleti berendezések önálló használatára és fejlesztésére.

Kompetenciaterület	Képzésspecifikus kompetencia
	Képes nagy mennyiségű kísérleti vagy szimulációs adat strukturált feldolgozására és értelmezésére.
	Képes interdiszciplináris környezetben (pl. mérnöki, informatikai területekkel együttműködve) fizikai problémák megoldására.
	Képes kutatás-fejlesztési projekteken való aktív részvételre, projektfeladatok önálló végrehajtására.
Attitűd	Nyitott az alkalmazott kutatás és ipari innováció iránt, és törekszik a tudományos eredmények gyakorlati hasznosítására.
	Elkötelezett a precíz mérési és adatkezelési gyakorlat iránt.
	Törekszik az interdiszciplináris együttműködésre és a különböző szakterületek integrálására.
	Érzékeny a technológiai fejlődés társadalmi és környezeti hatásaira.
Önállóság és felelősség	Önállóan képes kutatási és fejlesztési feladatok megtervezésére és végrehajtására ipari vagy akadémiai környezetben.
	Felelősséggel alkalmazza a korszerű mérési és adatfeldolgozási módszereket, figyelembe véve azok korlátait.
	Képes szakmai döntések meghozatalára komplex, részben meghatározatlan problémák esetén.
	Tudatosan alkalmazza a kutatásetikai és adatkezelési normákat.

2.4. A képzés alapvető szerkezeti elemei

2.4.1. A szakmai gyakorlat

A szakmai gyakorlat kreditértéke: kreditérték nélküli kritériumkövetelmény

A szakmai gyakorlat ajánlott teljesítési féléve: őszi kezdés esetében a 3., tavaszi kezdés esetében a 2. félévben

A szakmai gyakorlat időtartama: 3 hét

2.4.2. Diplomamunka

A szakon készítendő diplomamunka kreditértéke: 30

2.4.3. Szabadon választható tantárgyak

A szabadon választható tantárgyakhoz rendelt kreditérték: 6

2.4.4. Ismeretkörök

A KKK-ban meghatározott ismeretkörök és az egyes tantárgyak ismeretkörökbe sorolása, az ismeretkör felelőse:

Ismeretkör elnevezése; (kredittartománya a KKK szerint)	Tantárgyak megnevezései, kódjai; kreditértékei	Ismeret- kör ösz- szegzett kreditér- téke	Ismeretkör felelős
természettudományi ismeretek (matematika legfeljebb 8 kredit, informatika és méréstechnika legfel- jebb 12 kredit) 4-16 kredit	BMETEEFMsFMIFI-00 Artificial Intelligence in Physics (Mestersé- ges intelligencia a fizikában) 5 kredit	5 kredit	Török János
modern fizika szakmai ismeretei 20-30 kredit	Physics Laboratory RP/NM/DP/OP/QT/NT (Fizikai Laboratórium KF/NA/TA/OF/KT/ NT) 6 kredit BMETE15MF41 Kollokviumsorozat 1 (Colloquium Series 1) 1 kredit BMETE15MF42 Kollokviumsorozat 2 (Colloquium Series 2) 1 kredit Kötelezően választható alapo- zó tárgyak 15 kredit az alábbi listából: BMETE15MF72 Particle Physics (Részecskefizika) 5 kredit BMETE80MF62 Nuclear Physics (Magfizika) 5 kredit BMETEEFMsFAKVA-00 Quantum Physics of Atoms (Az atomok kvantumfizikája),	23 kredit	Takács Gábor

Ismeretkör elnevezése; (kredittartománya a KKK szerint)	Tantárgyak megnevezései, kódjai; kreditértékei	Ismeret- kör ösz- szegzett kreditér- téke	Ismeretkör felelős
	5 kredit BMETEFTMSFNAFI-00 Nanophysics (Nanofizika) 5 kredit BMETE11MF58 Nanotechnology and Materials Science (Nanotechnológia és anyagtudomány) 5 kredit BMETE12MF81 Fundamentals of Photonics (A fotonika alapjai) 5 kredit BMETE15MF74 Computer Simulations in Physics (Számító- gépes szimulációk a fizikában) 5 kredit		
fizika tudományág területéről specializá- ciós szakmai modul 30- 60 kredit – Kutatófizi- kus specializáció	Kötelező specializációs tárgyak BMETE11MF03 Seminar RP 1 (Szeminárium KF 1) 2 kredit BMETE11MF04 Seminar RP 2 (Szeminárium KF 2) 2 kredit BMETE11MF05 Seminar RP 3 (Szeminárium KF 3) 2 kredit BMETE11MF07 Project Laboratory RP 1 (Önálló laboratóri- um KF 1) 7 kredit BMETE11MF32 Project Laboratory RP 2 (Önálló laboratóri- um KF 2) 13 kredit Kötelezően választható specializációs tárgyak (legalább egy a listából) BMETE11MF55 Modern Solid State Physics (Modern szilárdtestfizika) 7 kredit BMETE15MF65 Quantum Field Theory (Kvantumtérelmé- let) 7 kredit Választható specializációs tárgyak BMETEEFMsFPKFV-00 Elective Project Laboratory RP (Választható önálló laboratórium KF) 10 kredit BMETEEFMsFNESF-00 Non-equilibrium Statistical Physics	53 kredit	Takács Gábor

Ismeretkör elnevezése; (kredittartománya a KKK szerint)	Tantárgyak megnevezései, kódjai; kreditértékei	Ismeret- kör ösz- szegzett kreditér- téke	Ismeretkör felelős
	(Nemegyensúlyi statisztikus fizika) 5 kredit BMETEEFMsFKKFA-00 Classical and Quantum Phase Transitions (Klasszikus és kvantumos fázisátalakulá- sok) 5 kredit BMETEFTMsEFFIZ-00 Semiconductor Physics (Félvezetőfizika) 3 kredit BMETEAFMSVKFEF-00 Physics of Advanced Semiconductor Devi- ces (Korszerű félvezető eszközök fizikája) 3 kredit BMETE11MF57 Theory of Magnetism (A mágnesség elmé- lete) 5 kredit BMETE11MF54 Optical Spectroscopy in Materials Science (Optikai spektroszkópia az anyagtudo- mányban) 5 kredit BMETEFTMsFKATE-00 Condensed Matter Quantum Field Theory (Kondenzált anyagok kvantumtérelmélete) 6 kredit BMETE15MF70 Electronic Structure of Solid Matter (A szilárd anyag elektronikus szerkezete) 5 kredit BMETE11MF45 Superconductivity (Szupravezetés) 3 kredit BMETE15MF71 Advanced Quantum Field Theory (Haladó kvantumtérelmélet) 4 kredit BMETE15MF77 Quantum World (Kvantumvilág) 3 kredit BMETE15MF05 The Physics of One-Dimensional Systems (Egydimenziós rendszerek fizikája) 3 kredit BMETE11MF42 Quantum Information Processing (Kvan- tuminformáció-feldolgozás) 3 kredit BMETE15MF67 Quantum Optics (Kvantumoptika) 5 kredit		

Ismeretkör elnevezése; (kredittartománya a KKK szerint)	Tantárgyak megnevezései, kódjai; kreditértékei	Ismeret- kör ösz- szegzett kreditér- téke	Ismeretkör felelős
	BMETE15MF60 Quantum Computing Architectures (Kvantumszámítógép-architektúrák) 3 kredit BMETEFTMsFTKNA-00 Transport in Complex Nanostructures (Transzport komplex nanoszerkezetekben) 5 kredit BMETE11MF34 Topological Insulators (Topologikus szigetelők) 3 kredit BMETE93MM02 Dynamical Systems (Dinamikai rendszerek) 5 kredit BMETE15MF62 Lie-groups in Physics (Lie-csoportok a fizikában) 3 kredit BMETE92MF00 Numerical Methods (Numerikus módszerek) 7 kredit BMETE15MF76 Complex Networks (Komplex hálózatok) 4 kredit BMETESZBsPBATU-00 Introduction to Data Science (Bevezetés az adattudományba) 7 kredit BMETEEFMSFMIAT-00 Artificial Intelligence in Data Science (Mesterséges intelligencia az adattudományban) 5 kredit BMETEEFMsFMITP-00 AI Assisted Scientific Programming (MI-támogatott tudományos programozás) 5 kredit További választható tárgyak (csak ha BSc-ben még nem teljesítette) BMETEEFBSFEHME-00 Advanced Mechanics (Haladó mechanika) 3 kredit BMETEEFBSFPHME-00 Advanced Mechanics Project Work (Haladó mechanika projektfeladat) 4 kredit BMETEEFBSFEHED-00 Advanced Electrodynamics (Haladó elektrodinamika) 3 kredit BMETEEFBSFPHEd-00		

Ismeretkör elnevezése; (kredittartománya a KKK szerint)	Tantárgyak megnevezései, kódjai; kreditértékei	Ismeret- kör ösz- szegzett kreditér- téke	Ismeretkör felelős
	Advanced Electrodynamics Project Work (Haladó elektrodinamika projektfeladat) 4 kredit BMETEEFBSFEHKM-00 Advanced Quantum Mechanics (Haladó kvantummechanika) 3 kredit BMETEEFBSFPHKM-00 Advanced Quantum Mechanics Project Work (Haladó kvantummechanika projekt- feladat) 4 kredit BMETE15AF45 Classical and Quantum Chaos (Klasszikus és kvantumos káosz) 3 kredit BMETE15AF55 Theory of Relativity (Relativitáselmélet) 3 kredit		
fizika tudományág területéről specializá- ciós szakmai modul 30- 60 kredit – Nanotech- nológia és anyagtudo- mány specializáció	A specializáció kötelező tárgyai a core physics blokkból BMETEFTMSFNFI-00 Nanophysics (Nanofizika) 5 kredit BMETE11MF58 Nanotechnology and Materials Science (Nanotechnológia és anyagtudomány) 5 kredit Kötelező specializációs tárgyak BMETEFTMSFSNA1-00 Seminar NM1 (Szeminárium NA 1) 2 kredit BMETEFTMSFSNA2-00 Seminar NM2 (Szeminárium NA 2) 2 kredit BMETEFTMSFPNA1-00 Project Laboratory NM1 (Önálló laboratóri- um NA 1) 7 kredit BMETEFTMSFPNA2-00 Project Laboratory NM2 (Önálló laboratóri- um NA 2) 13 kredit BMETEFTMSEFFIZ-00 Semiconductor Physics (Félvezetőfizika) 3 kredit Választható specializációs tárgyak BMETEFTMSFPNAV-00 Elective Project Laboratory NM (Választha- tó önálló laboratórium NA) 10 kredit BMETEFTMSVUEAI-00	53 kredit	Csonka Szabolcs

Ismeretkör elnevezése; (kredittartománya a KKK szerint)	Tantárgyak megnevezései, kódjai; kreditértékei	Ismeret- kör ösz- szegzett kreditér- téke	Ismeretkör felelős
	Emerging Devices and Architectures for Information Technologies (Új eszközök és architektúrák az információtechnológiában) 3 kredit BMETEAFMSVKFEF-00 Physics of Advanced Semiconductor Devices (Korszerű félvezető eszközök fizikája) 3 kredit BMETE11MF55 Modern Solid State Physics (Modern szilárdtestfizika) 7 kredit BMETE12MF51 Computational Simulation at Atomic Scale in Solids (Atomi léptékű számítógépes szimuláció szilárdtestekben) 3 kredit BMETEAFMSVFELF-00 Surface Physics (Felületfizika) 3 kredit BMETE11MF54 Optical Spectroscopy in Materials Science (Optikai spektroszkópia az anyagtudományban) 5 kredit BMETESZBsPBATU-00 Introduction to Data Science (Bevezetés az adattudományba) 7 kredit BMETEEFMSFMIAT-00 Artificial Intelligence in Data Science (Mesterséges intelligencia az adattudományban) 5 kredit BMETEFTBsPATTM-00 Data Science Aided Measurements (Adattudomány által támogatott mérések) 3 kredit BMETEAFBsPVEMA-00 The Fundamentals and Applications of Finite Element Modeling (A véges elemes modellezés alapjai és alkalmazásai) 3 kredit BMETEAFMsFNALB-00 Nanotechnology and Materials Science Laboratory (Nanotechnológiai és anyagtudományi laboratórium) 3 kredit BMETE11MF12 Group theory in Solid State Physics (Csoportelmélet a szilárdtestfizikában) 3 kredit BMETE15MF66		

Ismeretkör elnevezése; (kredittartománya a KKK szerint)	Tantárgyak megnevezései, kódjai; kreditértékei	Ismeret- kör ösz- szegzett kreditér- téke	Ismeretkör felelős
	Theoretical Nanophysics (Elméleti nanofizika) 5 kredit BMETE15MF60 Quantum Computing Architectures (Kvantumszámítógép-architektúrák) 3 kredit BMETE11MF38 Chemical Methods in Nanotechnology (Kémiai módszerek a nanotechnológiában) 3 kredit BMETE11MF57 Theory of Magnetism (A mágnesség elmélete) 5 kredit BMETE11MF45 Superconductivity (Szupravezetés) 3 kredit BMETE11MF34 Topological Insulators (Topologikus szigetelők) 3 kredit BMETEFTMsFTKNA-00 Transport in Complex Nanostructures (Transzport komplex nanoszerkezetekben) 5 kredit BMETE11AF39 Measurement Control Project Work in LabVIEW Environment (Mérésvezérlési projektfeladat LabVIEW környezetben) 3 kredit BMETEFTMsVFMET-00 Semiconductor Metrology (Félvezető-metrológia) 3 kredit BMETEFTBsPKRVM-00 Real-Time Control and Monitoring of Experimental Systems Using LabVIEW FPGA (Kísérleti rendszerek valós idejű vezérlése és monitorozása LabVIEW FPGA használatával) 4 kredit		
fizika tudományág területéről specializációs szakmai modul 30-60 kredit – Optika és Fotonika specializáció	A specializáció kötelező tárgyai a core physics blokkból BMETE12MF81 Fundamentals of Photonics (A fotonika alapjai) 5 kredit Kötelező specializációs tárgyak BMETE12MF65 Seminar OP 1 (Szeminárium OF 1) 2 kredit	53 kredit	Koppa Pál

Ismeretkör elnevezése; (kredittartománya a KKK szerint)	Tantárgyak megnevezései, kódjai; kreditértékei	Ismeret- kör ösz- szegzett kreditér- téke	Ismeretkör felelős
	BMETE12MF66 Seminar OP 2 (Szeminárium OF 2) 2 kredit BMETE12MF69 Project Laboratory OP 1 (Önálló laboratóri- um OF 1) 7 kredit BMETE12MF70 Project Laboratory OP 2 (Önálló laboratóri- um OF 2) 13 kredit BMETE12MF17 Laser Physics (Lézerfizika) 5 kredit BMETE12MF78 Optical Design (Optikai tervezés) 6 kredit Választható specializációs tárgyak BMETEAFMsFPOPV-00 Elective Project Laboratory OP (Választható önálló laboratórium OF) 10 kredit BMETE12MF79 Physical Optics (Fizikai optika) 5 kredit BMETE12MF57 Photonics Laboratory (Fotonikai laboratóri- um) 4 kredit BMETEFTMsEFFIZ-00 Semiconductor Physics (Félvezetőfizika) 3 kredit BMETE12MF77 Optical Materials and Technologies (Opti- kai anyagok és technológiák) 5 kredit BMETE12MF82 Design of Non-imaging Optics (Nem képal- kotó optikák tervezése) 3 kredit BMETE15MF67 Quantum Optics (Kvantumoptika) 5 kredit BMETE12MF58 Industrial and Biological Applications of Lasers (A lézerek ipari és biológiai alkalm- zásai) 3 kredit BMETE11MF54 Optical Spectroscopy in Materials Science (Optikai spektroszkópia az anyagtudo- mányban)		

Ismeretkör elnevezése; (kredittartománya a KKK szerint)	Tantárgyak megnevezései, kódjai; kreditértékei	Ismeret- kör ösz- szegzett kreditér- téke	Ismeretkör felelős
	5 kredit BMETEEFMsFKVEK-00 Quantum Sensing and Quantum Commu- nication (Kvantumérzékelés és kvantum- kommunikáció) 3 kredit BMETE12MF19 Optical Information Processing and Data Storage (Optikai információfeldolgozás és adattárolás) 3 kredit BMETEEFBsFEEDN-00 Theoretical Electrodynamics (Elméleti elektrodinamika) 5 kredit BMETEAFBsPVEMA-00 The Fundamentals and Applications of Finite Element Modeling (A véges elemes modellezés alapjai és alkalmazásai) 3 kredit BMETEAFBsPSMAT-00 Spectroscopic Methods in Material Science (Spektroszkópiai módszerek az anyagtudo- mányban) 3 kredit BMETEAFBsPLZRT-00 Laser Technology (Lézertechnológia) 3 kredit BMETE12AF34 Microscopy (Mikroszkópia) 3 kredit BMETE11MF21 Optical Metrology (Optikai metrológia) 3 kredit		
fizika tudományág területéről specializá- ciós szakmai modul 30- 60 kredit – Kvantum- technológia specializá- ció	A specializáció kötelező tárgyai a core physics blokkból BMETEFTMSFNFI-00 Nanophysics (Nanofizika) 5 kredit BMETEEFMsFAKVA-00 Quantum Physics of Atoms (Az atomok kvantumfizikája) 5 kredit Kötelező specializációs tárgyak BMETEFTMsFSKV1-00 Seminar QT1 (Szeminárium KT 1) 2 kredit BMETEFTMsFSKV2-00 Seminar QT2 (Szeminárium KT 2) 2 kredit BMETEFTMsFPKV1-00 Project Laboratory QT1 (Önálló	53 kredit	Makk Péter

Ismeretkör elnevezése; (kredittartománya a KKK szerint)	Tantárgyak megnevezései, kódjai; kreditértékei	Ismeret- kör ösz- szegzett kreditér- téke	Ismeretkör felelős
	laboratórium KT 1) 7 kredit BMETEFTMsFPKV2-00 Project Laboratory QT2 (Önálló laboratóri- um KT 2) 13 kredit BMETE15MF60 Quantum Computing Architectures (Kvan- tumszámítógép-architektúrák) 3 kredit BMETEEFMsFKVEK-00 Quantum Sensing and Quantum Commu- nication (Kvantumérzékelés és kvantum- kommunikáció) 3 kredit BMETE11MF42 Quantum Information Processing (Kvan- tuminformáció-feldolgozás) 3 kredit BMETEFTMSVUEAI-00 Emerging Devices and Architectures for Information Technologies (Új eszközök és architektúrák az információtechnológiában) 3 kredit Választható specializációs tárgyak BMETEFTMsFPKVV-00 Elective Project Laboratory QT (Választható önálló laboratórium KT) 10 kredit BMETEFTMsEFFIZ-00 Semiconductor Physics (Félvezetőfizika) 3 kredit BMETEAFMSVKFEF-00 Physics of Advanced Semiconductor Devi- ces (Korszerű félvezető eszközök fizikája) 3 kredit BMETE15MF67 Quantum Optics (Kvantumoptika) 5 kredit BMETE11MF34 Topological Insulators (Topologikus szige- telők) 3 kredit BMETE11MF55 Modern Solid State Physics (Modern szilárdtestfizika) 7 kredit BMETE11MF45 Superconductivity (Szupravezetés) 3 kredit BMETEFTMsFTKNA-00 Transport in Complex Nanostructures		

Ismeretkör elnevezése; (kredittartománya a KKK szerint)	Tantárgyak megnevezései, kódjai; kreditértékei	Ismeret- kör ösz- szegzett kreditér- téke	Ismeretkör felelős
	(Transzport komplex nanoszerkezetekben) 5 kredit BMETEFTMsFKVTL-00 Quantum Technology Laboratory (Kvan- tumtechnológiai laboratórium) 3 kredit BMETEEFMSFMIAT-00 Artificial Intelligence in Data Science (Mes- terséges intelligencia az adattudományban) 5 kredit BMETEEFBSFEHKM-00 Advanced Quantum Mechanics (Haladó kvantummechanika) 3 kredit BMETE15MF77 Quantum World (Kvantumvilág) 3 kredit		
fizika tudományág területéről specializá- ciós szakmai modul 30- 60 kredit – Természet- tudományos adatelem- zés specializáció	A specializáció kötelező tárgyai a core physics blokkból BMETEEFMsFSFIZ-00 Statistical Physics (Statisztikus fizika) 5 kredit BMETE15MF74 Computer Simulations in Physics (Számító- gépes szimulációk a fizikában) 5 kredit Kötelező specializációs tárgyak BMETEEFMSFSAD1-00 Seminar DP 1 (Szeminárium TA 1) 2 kredit BMETEEFMSFSAD2-00 Seminar DP 2 (Szeminárium TA 2) 2 kredit BMETEEFMSFSAD3-00 Seminar DP 3 (Szeminárium TA 3) 2 kredit BMETEEFMSFPAD1-00 Project Laboratory DP 1 (Önálló laboratóri- um TA 1) 7 kredit BMETEEFMSFPAD2-00 Project Laboratory DP 2 (Önálló laboratóri- um TA 2) 13 kredit BMETEEFMsFMITP-00 AI Assisted Scientific Programming (MI- támogatott tudományos programozás) 5 kredit Választható specializációs tárgyak BMETEEFMSFPADV-00 Elective Project Laboratory DP (Választható önálló laboratórium TA)	53 kredit	Török János

Ismeretkör elnevezése; (kredittartománya a KKK szerint)	Tantárgyak megnevezései, kódjai; kreditértékei	Ismeret- kör ösz- szegzett kreditér- téke	Ismeretkör felelős
	15 kredit BMETEFTBsPAAMD-00 Data-driven and Agent-based Modeling (Adatvezérelt és ágensalapú modellezés) 4 kredit BMETE15MF78 Financial Engineering (Pénzügyi matemati- ka) 3 kredit BMETEEFBsPMIPR-00 Artificial Intelligence Project Work (Mester- séges intelligencia projektfeladat) 3 kredit BMETEEFMsFNESF-00 Non-equilibrium Statistical Physics (Nem- egyensúlyi statisztikus fizika) 5 kredit BMETEEFMsFKKFA-00 Classical and Quantum Phase Transitions (Klasszikus és kvantumoz fázisátalakulá- sok) 5 kredit BMETE11MF42 Quantum Information Processing (Kvan- tuminformáció-feldolgozás) 3 kredit BMETE95MM15 Multivariate Statistics (Többváltozós sta- tisztika) 5 kredit BMETE95MM09 Statistical Program Packages 2 (Statisztikai programcsomagok 2) 3 kredit BMETE95MM07 Markov Processes and Martingales (Mar- kov-folyamatok és martingálok) 5 kredit BMETEEFMsFBIOV-00 Introduction to Causal Analysis of Time Series (Bevezetés az idősorok oksági elem- zésébe) 3 kredit BMETE15MF11 Evolutionary Game Theory (Evolúciós játékelmélet) 3 kredit BMETE47MC40 Computational Neuroscience (Számítási idegtudomány) 3 kredit BMETEFTBsPATTM-00		

Ismeretkör elnevezése; (kredittartománya a KKK szerint)	Tantárgyak megnevezései, kódjai; kreditértékei	Ismeret- kör ösz- szegzett kreditér- téke	Ismeretkör felelős
	Data Science Aided Measurements (Adattudomány által támogatott mérések) 3 kredit BMETE95MM41 Stochastic analysis (Sztocasztikus analízis) 8 kredit BMETESZMsMNPST-00 Nonparametric Statistics and Information Theory (Nemparaméteres statisztika és információelmélet) 3 kredit BMETESZMsMHASt-00 Advanced Applied Statistics with R (Haladó alkalmazott statisztika R-ben) 5 kredit		
fizika tudományág területéről specializációs szakmai modul 30-60 kredit – Nukleáris technika specializáció	A specializáció kötelező tárgyai a core physics blokkból BMETE80MF62 Nuclear Physics (Magfizika) 5 kredit Kötelező specializációs tárgyak BMETE80MF02 Seminar NT1 (Szeminárium NT 1) 2 kredit BMETE80MF03 Seminar NT2 (Szeminárium NT 2) 2 kredit BMETE80MF04 Seminar NT3 (Szeminárium NT 3) 2 kredit BMETE80MF06 Project Laboratory NT1 (Önálló laboratórium NT 1) 7 kredit BMETE80MF52 Project Laboratory NT2 (Önálló laboratórium NT 2) 13 kredit BMETE80MFA4 Nuclear Power Plant Operation (Atomerőművi üzemeltetés) 5 kredit Választható specializációs tárgyak BMETENTMsFPNTV-00 Elective Project Laboratory NT (Választható önálló laboratórium NT) 10 kredit BMETE80MX03 Thermal Hydraulics of Nuclear Power Plants (Atomerőművek termohidraulikája) 5 kredit BMETE80MX04	53 kredit	Czifrus Szabolcs

Ismeretkör elnevezése; (kredittartománya a KKK szerint)	Tantárgyak megnevezései, kódjai; kreditértékei	Ismeret- kör ösz- szegzett kreditér- téke	Ismeretkör felelős
	Nuclear Power Plants (Atomerőművek) 5 kredit BMETE80AF33 Reactor Physics (Reaktorfizika) 5 kredit BMETENTMsFRAHB-00 Safety of Radioactive Wastes (Radioaktív hulladékok biztonsága) 5 kredit BMETE80MF17 NPP simulations exercises (Atomerőművi szimulációs gyakorlatok) 3 kredit BMETE80MFAB CFD Methods and Applications (CFD mód- szerek és alkalmazások) 4 kredit BMETE80MFA2 Nuclear Fuel Cycle (Nukleáris üzemanyag- ciklus) 4 kredit BMETENTMsFRFSZ-00 Reactor Physics Calculations (Reaktorfizi- kai számítások) 5 kredit BMETE80MFAW Numerical Methods in Computational Reactor Physics (Numerikus módszerek a számításos reaktorfizikában) 5 kredit BMETE80MFAA Reactor Instrumentation and Control (Re- aktorirányítás és műszerezés) 4 kredit BMETE80MFA5 Introduction to Fusion Plasma Physics (Bevezetés a fúziós plazmafizikába) 3 kredit BMETE80MFAI Fusion Devices (Fúziós berendezések) 4 kredit BMETE80MF45 Chapters of High Temperature Experimen- tal Plasma Physics 1 (A nagyhőmérsékletű kísérleti plazmafizika fejezetei 1) 3 kredit BMETE80MF46 Chapters of High Temperature Experimen- tal Plasma Physics 2 (A nagyhőmérsékletű kísérleti plazmafizika fejezetei 2) 3 kredit BMETE80AF36		

Ismeretkör elnevezése; (kredittartománya a KKK szerint)	Tantárgyak megnevezései, kódjai; kreditértékei	Ismeret- kör ösz- szegzett kreditér- téke	Ismeretkör felelős
	Fusion Plasma Physics Laboratory Exercises (Fúziós plazmafizikai laboratóriumi gyakorlatok) 3 kredit BMETE80MFAU Fluid Theories in Plasma Physics (Folyadékelméletek a plazmafizikában) 5 kredit BMETE80MFAE Collisional Transport in Magnetized Plasmas (Ütközéssel transzport mágnesezett plazmákban) 5 kredit BMETE80MFAD Monte Carlo Methods (Monte Carlo módszerek) 5 kredit BMETE80MFA9 Monte Carlo Particle Transport Methods (Monte Carlo részecsketranszport-módszerek) 3 kredit BMETE80MFA6 Neutron and Gamma Transport Methods (Neutron- és gamma-transzportmódszerek) 4 kredit BMETE80MFAM Radionuclide Production and Application in Medical Biology (Radionuklidok előállítása és alkalmazása az orvosi biológiában) 4 kredit BMETENTMsFRAKB-00 Migration of Radioactive Species in Environmental and Biological Matter (Radioaktív fajok migrációja környezeti és biológiai anyagokban) 4 kredit BMETE80MFA8 Radiation Protection 2 (Sugárvédelem 2) 5 kredit BMETE80MFAF Nuclear Electrodynamics (Nukleáris elektrodinamika) 3 kredit BMETE80MFA7 Radioanalytics (Radioanalitika) 6 kredit BMETE80MFAC X-ray and Gamma Spectrometry (Röntgen- és gamma-spektrometria) 4 kredit		

Ismeretkör elnevezése; (kredittartománya a KKK szerint)	Tantárgyak megnevezései, kódjai; kreditértékei	Ismeret- kör ösz- szegzett kreditér- téke	Ismeretkör felelős
Diplomamunka készítés 30 kredit	Diplomamunka 1 (Diploma Work 1) NM/ DP/OP/RP/QT/NT 10 kredit Diplomamunka 2 (Diploma Work 2) NM/ DP/OP/RP/QT/NT 20 kredit	30 kredit	Az adott specializáció felelőse
Szabadon választható tárgyak (legalább 6 kredit)		6 kredit	Az adott specializáció felelőse
Egyéb	Választható menedzsment és kommunikációs tárgy az alábbi listából BMEGT35M108 Innovation and Green Finance (Innováció és zöld finanszírozás) 3 kredit BMEGT60LNGA501-01 English for University Studies B2+ (Angol egyetemi tanulmányokhoz B2+) 3 kredit BMEGT60LNGA502-01 Public Speaking B2+ (Nyilvános beszéd B2+) 3 kredit BMEGT60LNGA605-01 Academic Writing C1 (Akadémiai írás C1) 3 kredit BMEGT60LNGA606-01 Professional Speaking C1 (Szakmai beszéd C1) 3 kredit BMEGT60LNGA610-01 Discussing Engineering C1 (Mérnöki témák megvitatása C1) 3 kredit	3 kredit	Takács Gábor

2.4.5. Specializációk

A képzésben választható specializációk felsorolását a következő táblázat tartalmazza. A kreditérték a specializációba tartozó tantárgyak összegzett kreditértéke. A specializáció egyben a képzés egyik modulja is. A hallgató specializációhoz rendelése a felvételi eljárás keretében történik. A specializációk indításának irányadó feltétele legalább hét (7) felvett hallgató; ennél alacsonyabb létszám esetén a Fizikus szakbizottság dönt a specializáció indításáról. A specializációk korlátozhatják a felvehető hallgatók létszámát, amelyről és a kapcsolódó feltételekről a felvételi eljárás során a jelentkezőket tájékoztatni kell.

Specializáció elnevezése	Specializáció kreditértéke	Specializáció felelős szervezeti egysége	Specializációfelelős
Nanotechnológia és Anyagtudomány specializáció (Nanotechnology and Materials Science Specialisation)	53 kredit	TTK Fizikai Intézet	Csonka Szabolcs
Optika és Fotonika specializáció (Optics and Photonics Specialisation)	53 kredit	TTK Fizikai Intézet	Koppa Pál
Kutatófizikus specializáció (Researcher Physicist Specialisation)	53 kredit	TTK Fizikai Intézet	Takács Gábor
Kvantumtechnológia specializáció (Quantum Technology Specialisation)	53 kredit	TTK Fizikai Intézet	Makk Péter
Nukleáris technika specializáció (Nuclear Technology Specialisation)	53 kredit	TTK Nukleáris Technikai Intézet	Czifrus Szabolcs
Természettudományos adatelemzés specializáció (Scientific Data Processing Specialisation)	53 kredit	TTK Fizikai Intézet	Török János

2.5. Értékelési és ellenőrzési módszerek

Az egyes tantárgyakban kizárólag olyan értékelési és ellenőrzési módszerek alkalmazhatók, amelyeket e képzési program meghatároz.

Az értékelési módszerek általános leírása, célrendszere (hogyan felelnek meg az értékelési módszerek az ESG 1.3-nak):

Az értékelési módszerek mérhetővé teszik a tanulási eredmények elérésének mértékét, tantárgyanként figyelembe véve a megfelelő kompetenciákat;

- Az értékelési módszerek igazodnak a tantárgy jellegéhez és az oktatási-tanulási tevékenységekhez (pl. írásbeli vizsga, projektmunka, szóbeli vizsga, laborbeugró, prezentáció, csoportmunka, projektfeladat, beszámoló, esszé, elemzés, laboratóriumi jegyzőkönyv, házi feladat);
- Az értékelési módszerek támogatják az aktív hallgatói részvételt és felelősségvállalást, elősegítve az elmélyült tanulást és a folyamatos fejlődést a pusztán memoritér helyett;
- Az értékelések időben adott, konstruktív visszajelzéseket biztosítanak, amelyek segítik a hallgatót saját teljesítményének értékelésében és fejlődési lehetőségeinek azonosításában;
- Az átlátható követelményrendszereket a tantárgyi adatlapok tartalmazzák.

2.5.1. Tanulmányi teljesítményértékelési módszerek

A képzés során alkalmazott tanulmányi teljesítményértékelési módszerek típus szerinti részletes leírását a következő táblázat tartalmazza. A tantárgyak értékelési módszerei ezektől érdemben nem térhetnek el, a képzésben egységesen és következetesen alkalmazandók.

Értékelési módszer	Módszertani leírás, tipikus megvalósítási módok	Az értékelés teljesítésének átlagos időtartama, vagy tipikus időkerete, perc vagy óra	Az értékelésre való hallgatói felkészülés átlagos időtartama, óra
szóbeli vizsga	felkészülési idő (3-30 perc) biztosítása mellett megvalósított, részben vagy egészében párbeszédes jellegű szóbeli értékelés, amely alapulhat strukturált kérdésekre adott (tételsor, témakör-lista) feleleten (összefüggő kifejtés) vagy kérdések és válaszok nem strukturált sorozatán (pl. alkalmazási problémák megoldása)	20–60 perc	30 óra
írásbeli vizsga	elméletfókuszú vagy gyakorlati-alkalmazásfókuszú, a vizsga lehet	30–240 perc	30 óra

Értékelési módszer	Módszertani leírás, tipikus megvalósítási módok	Az értékelés teljesítésének átlagos időtartama, vagy tipikus időkerete, perc vagy óra	Az értékelésre való hallgatói felkészülés átlagos időtartama, óra
	többszintes (pl. kötelező beugró).		
összegző tanulmányi teljesítményértékelés	Ezen a szakon csak a záróvizsgán van szigorlat.	30–90 perc	60 óra
félévközi teljesítményértékelés	Zárthelyi dolgozat	30-120 perc	10 óra
részteljesítmény értékelés	A részteljesítményértékelés tipikus formája a házi feladat (altípusok: miniprojektek, prezentációk, esszék, elemzések, mérési naplók, mérési jegyzőkönyvek). A feladatokat a hallgatók önállóan vagy csoportosan végzik. A feladatvégzéshez kötelező konzultáció írható elő. A beadás feltétele lehet köztes mérőföldkövek teljesítése. A beadás történhet személyesen vagy az oktatási keretrendszeren keresztül. A beadás feltétele lehet az eredmények előadása is oktatók és hallgatók előtt. A házi feladatok az önálló munkavégzést, feladatmegoldást és dokumentációs készségeket fejlesztik.		– rendszeres (legfeljebb egy hetes határidővel) házi feladat: 2–4 óra; – komplex házi feladat (két-három hetes határidővel): 10 óra; – átfogó házi feladat (legalább egy hónapos határidővel): 36 óra; – féléves, kvázi projekt típusú házi feladat: 72 óra
féléves projektfeladat (projektantárgyban)	A projektfeladatok az önálló munkavégzést, komplex feladatmegoldást és dokumentációs készségeket fejlesztik. A projektfeladatokat a hallgatók önállóan vagy csoportokban végzik. A feladatvégzéshez kötelező konzultáció írható elő. A beadás feltétele lehet köztes mérőföldkövek teljesítése. A beadás történhet személyesen vagy az oktatási keretrendszeren keresztül. A beadás feltétele lehet az	15–60 perc (a bemutatás, beszámoló időtartama)	legalább 120 óra

Értékelési módszer	Módszertani leírás, tipikus megvalósítási módok	Az értékelés teljesítésének átlagos időtartama, vagy tipikus időkerete, perc vagy óra	Az értékelésre való hallgatói felkészülés átlagos időtartama, óra
	eredmények előadása is oktatók és hallgatók előtt.		
diagnosztikus értékelés (ellenőrző dolgozat)	A szintfelmérő és ellenőrző dolgozatok, valamint a laboratóriumi beugrók célja a visszajelzés biztosítása a hallgatónak és oktátónak a tanulási folyamat szintjéről és hatékonyságáról. A dolgozatok vagy a dolgozatok egy részének eredménye beleszámíthat a féléves eredménybe.	2–30 perc	5 óra

2.5.2. Szaknyelvi kompetenciák

A képzés angol nyelven folyik, ezért külön szaknyelvi kompetenciakövetelmény nem kerül meghatározásra.

2.5.3. Szakmai gyakorlat

A fizikus mesterképzésben a szakmai gyakorlat kötelező, kritériumtárgyként teljesítendő képzési elem. Időtartama 3 hét. A szakmai gyakorlat az ajánlott tantervi ütemezés szerint az őszi kezdésű hallgatók esetében a 3., a tavaszi kezdésű hallgatók esetében a 2. félévhez kapcsolódik, és a diplomamunka előkészítésének részeként kerül teljesítésre. A szakmai gyakorlat kutatásorientált jellegű, és célja a hallgatók önálló kutatási és fejlesztési kompetenciáinak megalapozása.

1. A szakmai gyakorlattal összefüggő követelmények
 - a) előzetes feltételek (pl. megszerzett kredit, teljesített tantárgyak): A szakmai gyakorlat megkezdésének feltétele, hogy a hallgató az alapozó ismeretkörbe tartozó tantárgyakból, valamint az összesített tanulmányi előmenetel tekintetében a mintatanterv szerint az adott félévig előírt kreditmennyiséget teljesítse. A hallgatónak rendelkeznie kell jóváhagyott diplomamunkatémával és kijelölt témavezetővel.
 - b) gyakorlóhellyel szembeni követelmények:
A szakmai gyakorlat teljesíthető:
 - egyetemi kutatócsoportban vagy laboratóriumban,
 - hazai vagy nemzetközi kutatóintézetben,
 - ipari kutatás-fejlesztési környezetben.

A gyakorlóhelynek biztosítania kell:

- a fizikai vagy kapcsolódó természettudományos tevékenységhez illeszkedő szakmai környezetet,
- megfelelő infrastruktúrát (laboratórium, mérőrendszerek, számítástechnikai háttér),
- a hallgató részére foglalkoztatása megkezdése előtt a szükséges munkavédelmi oktatást megtartja;
- szakmai irányítást biztosító konzulens jelenlétét.

A gyakorlat során fejlesztett kompetenciák különösen:

- kísérlettervezés és kivitelezés,
- modellezés és szimuláció,
- adatfeldolgozás és értelmezés,
- tudományos dokumentáció és kommunikáció.

2. A szakmai gyakorlat szervezése

a) felelős szervezeti egység: BME TTK Fizikai Intézet és BME TTK Nukleáris Technikai Intézet (a specializációfelelős intézete)

b) kapcsolattartás rendje:

A kapcsolattartás a gyakorlóhelyekkel, az esetleges együttműködés megkövetése a specializációfelelős feladata.

A gyakorlóhely köteles a hallgató számára szakmai mentort kijelölni, aki irányítja a hallgató munkáját, segíti a szakmai feladatok elvégzését, és a gyakorlat végén értékeli a hallgató tevékenységét. A szakmai gyakorlat tárgy teljesítését a specializációfelelős hagyja jóvá a hallgató által készített írásos beszámoló és a szakmai munkát irányító mentor értékelése alapján.

Valamennyi kapcsolódó dokumentumot elektronikus úton kell eljuttatni a Szakmai gyakorlat c. tárgy oktatójának, aki a tanulmányi adminisztrációt elvégzi.

3. Beszámolási kötelezettség

a) A szakmai gyakorlat teljesítésének igazolásához a hallgató angol nyelvű írásos beszámolót készít az elvégzett munkáról.

A beszámoló terjedelme szóközzel együtt 8 000–12 000 karakter, amelyhez szükség esetén ábrák vagy illusztrációk is csatolhatók. A beszámolónak tartalmaznia kell:

- a gyakorlati hely rövid bemutatását,
- a szakmai gyakorlat időtartamát,
- a hallgató által a gyakorlat során végzett releváns szakmai tevékenységek és feladatok ismertetését,
- a gyakorlat során szerzett tapasztalatok rövid összefoglalását.

A beszámolóhoz csatolni kell a szakmai gyakorlatot irányító mentor írásos értékelését, amelynek terjedelme legalább negyed-fél A4 oldal, és amely tartalmazza:

- a hallgató által végzett tevékenységek és munkakör(ök) rövid leírását,
 - annak megerősítését, hogy a hallgató beszámolója hűen tükrözi az elvégzett munkát,
 - az elvégzett munka értékelését,
 - a 240 munkaóra elvégzésének igazolását.
- b) a beszámoló benyújtásának módja: e-mailben a tárgy oktatójának
- c) a beszámoló benyújtásának határideje: a szakmai gyakorlat tárgy felvételének félévében, a szorgalmi időszak során
4. A szakmai gyakorlat értékelési módja és szempontjai
- a) a teljesítés feltételei: a specializációfelelős által elfogadott beszámoló és mentori értékelés.
- b) az el nem fogadott beszámoló javítása: Az el nem fogadott beszámoló javítására a hallgatónak az értesítéstől számított egy hét áll rendelkezésére.
- c) az el nem fogadott gyakorlat ismételt teljesítése: a szakmai gyakorlat legkorábban a következő félévben teljesíthető.

2.5.4. Kritériumkövetelmények

A képzés során teljesítendő kritériumkövetelmények, amelyek teljesítettsége a végbizonyítvány megszerzésének feltétele:

1. Testnevelés: -
2. Speciális szaknyelvi követelmények: -
3. Egészségügyi alkalmassági feltétel(ek): -
4. Munka-, baleset-, környezet- és tűzvédelmi oktatásban való részvétel: -
5. Egyéb, képzésspecifikus kritériumkövetelmények:
A képzéshez szükséges alapismeretek meglétét igazoló kritériumtárgy
 - a Nukleáris technika specializáción: Basic Nuclear Physics Knowledge
 - az Optika és fotonika specializáción: Basic Physics Knowledge OP
 - a Természettudományos adatelemzés specializáción: Basic Physics Knowledge DP
 - a többi specializáción: Basic Physics Knowledge
6. Szakmai gyakorlat: 3 hét

2.5.5. Diplomamunka-készítés

1. A diplomamunka-készítést szolgáló tantárgy felvételének előzetes követelményei:
 - a) Az „Önálló laboratórium 1 / Project Laboratory 1” tantárgy teljesítése előfeltétele az „Önálló laboratórium 2 / Project Laboratory 2” tantárgy felvételének.

- b) A „Diplomamunka 1 / Diploma Work 1” tantárgy csak az „Önálló laboratórium 1 / Project Laboratory 1” és az „Önálló laboratórium 2 / Project Laboratory 2” tantárgyak sikeres teljesítését követően vehető fel.
- c) A diplomamunka a „Diplomamunka 1 / Diploma Work 1” és „Diplomamunka 2 / Diploma Work 2” tantárgyak keretében készül. A „Diplomamunka 2 / Diploma Work 2” tantárgy a „Diplomamunka 1 / Diploma Work 1” tantárggyal párhuzamosan vagy azt követő félévben is felvehető.

2. A diplomamunka tartalmi és formai követelményei:

A diplomamunka célja annak igazolása, hogy a hallgató képes önálló tudományos munkavégzésre, a mesterszakon megszerzett elméleti és gyakorlati ismereteinek integrált alkalmazására, valamint egy adott fizikai probléma tudományos igényű feldolgozására. A hallgatónak bizonyítania kell, hogy képes a választott szakterület releváns szakirodalmának feltárására és kritikai feldolgozására, megérti és értelmezi a vizsgált fizikai jelenségeket és modelleket, továbbá alkalmas elméleti, kísérleti vagy számítási módszerek önálló alkalmazására, valamint az eredmények tudományos szintű értelmezésére és kontextusba helyezésére.

Ennek megfelelően a diplomamunka tartalmazza a vizsgált tématerület tudományos hátterének és jelentőségének bemutatását, a releváns szakirodalom áttekintését és kritikai értékelését, a kutatási célkitűzések egyértelmű megfogalmazását, az alkalmazott módszerek – elméleti, kísérleti vagy numerikus megközelítések – részletes ismertetését, valamint az elért eredmények bemutatását, elemzését és értelmezését. A dolgozatnak ki kell térnie az eredmények szakirodalmi adatokkal vagy modellekkel való összevetésére, továbbá tartalmaznia kell a levont következtetéseket és – amennyiben releváns – a további kutatási irányok kijelölését.

A diplomamunka szerkezetének és formai kialakításának meg kell felelnie a tudományos közlés általánosan elfogadott követelményeinek, különös tekintettel a hivatkozások szakszerű használatára, az eredmények egyértelmű és reprodukálható bemutatására, valamint a világos és pontos szakmai megfogalmazásra.

A dolgozat további kötelező elemei a tartalmi kivonat (magyar és angol nyelven), illetve a hallgatói nyilatkozat az önálló munkavégzésről és saját eredményekről.

A diplomamunkával kapcsolatos további, részletesebb követelményeket és adminisztrációs szabályokat az adott specializáció „Diplomamunka 1-2 / Diploma Work 1-2” tárgyainak követelményei tartalmazzák.

3. A diplomamunkát a képzés nyelvén, angolul kell elkészíteni, az ettől való eltérésre vonatkozó szabályokat a TVSZ tartalmazza.

4. A diplomamunka-készítés folyamata:

A diplomamunka témák a diplomamunka megkezdésének félévét megelőző félév 10. oktatási hetének végéig kerülnek meghirdetésre. A hallgatók a meghirdetett témák közül, a témavezetővel történt egyeztetés után választanak. A Diplomamunka folyamatát a hallgató a Diplomamunka 1 tantárgy felvételének félévében a témavezető által neki kiírt téma felvételével és a megfelelő elektronikus adatlap kitöltésével indítja el. A diplomamunkával kapcsolatos specializációs-specifikus adminisztrációs szabályokat és határidőket az adott specializáció „Diplomamunka 1-2 / Diploma Work 1-2” tárgyainak követelményei tartalmazzák.

A dolgozat elkészítését tanszéki témavezető vagy külső konzulens irányítja. A külső konzulens mellett tanszéki témavezetőt is biztosítani kell. Külső konzulens – tanszékvezetői jóváhagyással – legalább mesterszakos (MSc), vagy azzal egyenértékű fokozattal rendelkező külső szakember lehet. A dolgozat készíthető a külső konzulens irányításával külső vállalat (gazdasági szervezet) telephelyén is. A dolgozat előrehaladásáról, eredményeiről a hallgató az egyetemi témavezetővel a félév során igény szerint konzultál. Minimum egy félévközi - a munka sikeres megkezdését és az azóta elért részeredményeket - és egy félév végi - az elért eredményeket bemutató - konzultáció kötelező.

A diplomamunka benyújtásának határidejét a záróvizsga-időszakhoz igazodva a specializációt gondozó kar tanulmányi határidői határozzák meg, a BME Tanulmányi és Vizsgaszabályzatának rendelkezéseivel összhangban.

5. A diplomamunka-készítés értékelésének szempontjai:

A „Diplomamunka 1-2 / Diploma Work 1-2” tantárgyak félévközi jegyét a diplomamunka témavezetője állapítja meg. E jegyek a hallgató félévközi előrehaladását, munkavégzését és a témavezetővel folytatott szakmai együttműködését értékelik, és nem minősülnek a diplomamunka végleges érdemjegyének. A diplomamunka végleges érdemjegyét a záróvizsga-bizottság állapítja meg a 2.5.6. pontban foglaltak szerint.

6. A diplomamunka tartalmi (szakmai) értékelésének szempontjai:

A diplomamunka szakmai értékelését a témavezető, valamint a TVSZ-nek megfelelően a témát gondozó tanszék által felkért szakértő bíráló írásos bírálat formájában készíti el. Az írásos bírálatok a dolgozat szakmai és formai minőségéről adnak értékelést és javaslatot, de nem helyettesítik a diplomamunka végleges minősítését. Az értékelés főbb szempontjai: a témaválasztás időszerűsége és komplexitása, a dolgozat megfelelése a témakiírásnak, a kitűzött feladatok teljesítése, az elvégzett irodalomkutatás, a módszertani kidolgozottság, az eredmények szakmai színvonala, valamint a dolgozat formai és stilisztikai minősége. A diplomamunka végleges érdemjegyét a záróvizsga-bizottság állapítja meg az írásos bírálatok és a nyilvános védés alapján.

2.5.6. Záróvizsga

A képzést lezáró záróvizsga a következő elemekből áll:

- diplomamunka védése;
- szóbeli vizsga a specializáció szakmai ismereteiből.

1. Diplomamunka védés:

A diplomamunkáról a témavezető és a TVSZ-nek megfelelően a témát gondozó tanszék által felkért szakértő bíráló írásos bírálatot készít; a dolgozatot ezt követően a záróvizsga-bizottság előtt kell megvédeni. A záróvizsgázó hallgató 15 perces szabad előadásban részletesen bemutatja az általa a feladatkiírásban meghatározott feladat vagy probléma megoldását, és kiemeli az önálló munkáját. Az előadás után érdemben válaszol a záróvizsga-bizottság tagjai által feltett kérdésekre, melyek a bíráló felvetéseire is kitérnek. A záróvizsga-bizottság a diplomamunka írásos bírálati és a védés színvonala alapján állapítja meg a diplomamunka érdemjegyét.

2. Szóbeli felelet a záróvizsga tematika alapján

A hallgató szóbeli vizsgát tesz a választott záróvizsga tantárgycsoport által tartalmazott ismeretekből.

A vizsga során a hallgató egy vagy több témakört kap a választott záróvizsga tantárgycsoportból, amelyeket legalább 20 perces felkészülést követően szóban fejt ki, majd válaszol a bizottság kérdéseire.

A záróvizsga-bizottság a szóbeli feleletet külön érdemjeggyel értékeli.

3. A záróvizsga értékelése

A záróvizsga érdemjegyének megállapítása két részjegy figyelembevételével történik:

- a diplomamunka érdemjegye, amelyet a záróvizsga-bizottság az írásos bírálatok és a védés alapján állapít meg,
- a szóbeli záróvizsga érdemjegye.

A végső záróvizsga-éremjegy a diplomamunka érdemjegyének és a szóbeli záróvizsga érdemjegyének számtani átlaga. A sikeres záróvizsga feltétele, hogy minden részében legalább elégséges jegyet szerezzen a hallgató.

A záróvizsga tantárgycsoportjai

Záróvizsga tantárgycsoport kódja	Záróvizsga tantárgycsoport megnevezése	Záróvizsga tantárgycsoportba sorolt mintatantervi tantárgyak (tantárgynév, tantárgykód)
KUTATÓFIZIKUS SPECIALIZÁCIÓ (RESEARCHER PHYSICIST SPECIALISATION)		
ZVETE11MFKF01	Particle Physics and Quantum Field Theory (Részecskefizika és kvantumtérelmélet)	BMETE15MF72 Particle Physics (Részecskefizika) BMETE15MF65 Quantum Field Theory (Kvantumtérelmélet)

Záróvizsga tantárgycsoport kódja	Záróvizsga tantárgycsoport megnevezése	Záróvizsga tantárgycsoportba sorolt mintatantervi tantárgyak (tantárgynév, tantárgykód)
ZVETE11MFKF02	Many-Body Theory (Soktestelmélet)	BMETE11MF55 Modern Solid State Physics (Modern szilárdtestfizika) BMETEFTMsFKATE-00 Condensed Matter Quantum Field Theory (Kondenzált anyagok kvantumtérelmélete) BMETEEFMsFSFIZ-00 Statistical Physics (Statisztikus fizika)
ZVETE11MFKF03	Solid State Physics (Szilárdtestfizika)	BMETE11MF55 Modern Solid State Physics (Modern szilárdtestfizika) BMETEFTMsEFFIZ-00 Semiconductor Physics (Félvezetőfizika) BMETE11MF45 Superconductivity (Szupravezetés) BMETEEFMsFSFIZ-00 Statistical Physics (Statisztikus fizika) BMETE11MF57 Theory of Magnetism (A mágneség elmélete)
ZVETE11MFKF04	Statistical Physics – Complex networks (Statisztikus fizika – komplex hálózatok)	BMETEEFMsFSFIZ-00 Statistical Physics (Statisztikus fizika) BMETE15MF74 Computer Simulations in Physics (Számítógépes szimulációk a fizikában) BMETE15MF76 Complex Networks (Komplex hálózatok)
ZVETE11MFKF05	Statistical Physics – Phase Transitions (Statisztikus fizika – fázisátalakulások)	BMETEEFMsFSFIZ-00 Statistical Physics (Statisztikus fizika) BMETE15MF74 Computer Simulations in Physics (Számítógépes szimulációk a fizikában) BMETEEFMsFKKFA-00 Classical and Quantum Phase Transitions (Klasszikus és kvantum fázisátalakulások)
ZVETE11MFKF06	Statistical Physics – Random Matrix Theory (Statisztikus fizika – véletlen mátrixok elmélete)	BMETEEFMsFSFIZ-00 Statistical Physics (Statisztikus fizika) BMETE15MF74 Computer Simulations in Physics (Számítógépes szimulációk a fizikában) BMETE15MF10 Random Matrix Theory (Véletlen mátrixok elmélete)
NANOTECHNOLÓGIA ÉS ANYAGTUDOMÁNY SPECIALIZÁCIÓ (NANOTECHNOLOGY AND MATERIALS SCIENCE SPECIALISATION)		
ZVETE11MFNANO	Nanotechnology, Materials Science, Solid State Physics (Nanotechnológia, anyagtudomány és szilárdtestfizika)	BMETE11MF58 Nanotechnology and Materials Science (Nanotechnológia és anyagtudomány) BMETEFTMSFNAFI-00 Nanophysics (Nanofizika)
OPTIKA ÉS FOTONIKA SPECIALIZÁCIÓ (OPTICS AND PHOTONICS SPECIALISATION)		
ZVETE12MF011	Classical and Quantum Photonics (Klasszikus és kvantumfotonika)	BMETE12MF81 Fundamentals of Photonics (A fotonika alapjai) BMETE15MF67 Quantum Optics (Kvantumoptika)

Záróvizsga tantárgycsoport kódja	Záróvizsga tantárgycsoport megnevezése	Záróvizsga tantárgycsoportba sorolt mintatantervi tantárgyak (tantárgynév, tantárgykód)
		ka) BMETEEFMsFKVEK-00 Quantum Sensing and Quantum Communication (Kvantumérzékelés és kvantumkommunikáció)
ZVETE12MF012	Physical Optics (Fizikai optika)	BMETE12MF79 Physical Optics (Fizikai optika) BMETE12MF77 Optical Materials and Technologies (Optikai anyagok és technológiák)
ZVETE12MF018	Optical Metrology, Spectroscopy and Signal Processing (Optikai metrológia, spektroszkópia és jelfeldolgozás)	BMETE11MF21 Optical Metrology (Optikai metrológia) BMETE11MF54 Optical Spectroscopy in Materials Science (Optikai spektroszkópia az anyagtudományban) BMETE12MF19 Optical Information Processing and Data Storage (Optikai információfeldolgozás és adattárolás)
ZVETE12MF014	Theory and Applications of Lasers (A lézerek elmélete és alkalmazásai)	BMETE12MF17 Laser Physics (Lézerfizika) BMETE12MF58 Industrial and Biological Applications of Lasers (A lézerek ipari és biológiai alkalmazásai)
ZVETE12MF017	Optical Imaging Systems (Optikai képalkotó rendszerek)	BMETE12MF78 Optical Design (Optikai tervezés) BMETE12MF82 Design of Non-imaging Optics (Nem képalkotó optikák tervezése)
NUKLEÁRIS TECHNIKA SPECIALIZÁCIÓ (NUCLEAR TECHNOLOGY SPECIALISATION)		
ZVETE80MFNT	Nuclear Technology – General (Nukleáris technika – általános)	BMETE80MFA4 Nuclear Power Plant Operation (Atomerőművi üzemeltetés) BMETE80AF33 Reactor Physics (Reaktorfizika) BMETE80MX03 Thermal Hydraulics of Nuclear Power Plants (Atomerőművek termohidraulikája) BMETE80MF62 Nuclear Physics (Magfizika)
ZVETE80MFNTA	Nuclear Energy (Nukleáris energia)	BMETE80MX04 Nuclear Power Plants (Atomerőművek) BMETE80MFA2 Nuclear Fuel Cycle (Nukleáris üzemanyagciklus) BMETE80AF33 Reactor Physics (Reaktorfizika) BMETE80MX03 Thermal Hydraulics of Nuclear Power Plants (Atomerőművek termohidraulikája)
ZVETE80MFNTF	Fusion Plasma Physics (Fúziós plazmafizika)	BMETE80MFA5 Introduction to Fusion Plasma Physics (Bevezetés a fúziós plazmafizikába) BMETE80MFAU Fluid Theories in Plasma Physics (Folyadékelméletek a plazmafizikában) BMETE80MFAI Fusion Devices (Fúziós berendezések)

Záróvizsga tantárgycsoport kódja	Záróvizsga tantárgycsoport megnevezése	Záróvizsga tantárgycsoportba sorolt mintatantervi tantárgyak (tantárgynév, tantárgykód)
ZVETE80MFNTN	Nuclear Methods (Nukleáris módszerek)	BMETE80MFA6 Neutron and Gamma Transport Methods (Neutron- és gamma-transzportmódszerek) BMETE80MFAD Monte Carlo Methods (Monte Carlo módszerek) BMETE80MFA7 Radioanalytics (Radioanalitika) BMETE80MFAC X-ray and Gamma Spectrometry (Röntgen- és gamma-spektrometria)
KVANTUMTECHNOLÓGIA SPECIALIZÁCIÓ (QUANTUM TECHNOLOGY SPECIALISATION)		
ZVETE11MFQT	Quantum Technology (Kvantumtechnológia)	BMETE11MF42 Quantum Information Processing (Kvantuminformáció-feldolgozás) BMETE15MF60 Quantum Computing Architectures (Kvantumszámítógép-architektúrák) BMETEEFMsFKVEK-00 Quantum Sensing and Quantum Communication (Kvantumérzékelés és kvantumkommunikáció) BMETEFTMSFNAFI-00 Nanophysics (Nanofizika)
TERMÉSZETTUDOMÁNYOS ADATELEMLÉZÉS SPECIALIZÁCIÓ (SCIENTIFIC DATA PROCESSING SPECIALISATION)		
ZVETE11MFDP	Scientific Data Processing (Természettudományos adatelemzés)	BMETE15MF74 Computer Simulations in Physics (Számítógépes szimulációk a fizikában) BMETEEFMsFSFIZ-00 Statistical Physics (Statisztikus fizika) BMETEEFMsFMIFI-00 Artificial Intelligence in Physics (Mesterséges intelligencia a fizikában)

Az egyes záróvizsga tantárgycsoportok részletes követelményei (kompetencialista):

1. Részecskefizika és kvantumtérelmélet [ZVETE11MFKF01]

- Ismeri a részecskefizika és a kvantumtérelmélet alapfogalmainak és formalizmusát, a Lorentz-invariancia és a mértékszimetriák szerepét, a Standard Modell felépítését (fermionok, bozonok, kölcsönhatások), valamint a szórási folyamatok és bomlások leírásának alapelveit, beleértve a Feynman-diagramok használatát.
- Képes nagyenergiás fizikai folyamatok elméleti levezetésére és értelmezésére, egyszerű amplitúdók és keresztmetszetek kiszámítására, részecskefizikai és kvantumtérelméleti problémák megoldására.

2. Soktestelmélet [ZVETE11MFKF02]

- Ismeri a kölcsönható sokrészecske-rendszerek kvantummechanikai leírásának alapvető módszereit és közelítéseit, beleértve a másodkvantálást, a Green-függvények és perturbációszámítás alapjait, a Fermi-folyadék elméletet,

valamint a kollektív gerjesztések és effektív kölcsönhatások fogalmát; továbbá áttekintéssel rendelkezik a fázisátmenetek és korrelációk soktestfizikai értelmezéséről.

- Képes kölcsönható kvantumrendszerek fizikai viselkedésének analitikus és numerikus vizsgálatára, egyszerű modellek (pl. Hubbard-, Heisenberg-típusú) elemzésére, korrelációs függvények és spektrumok meghatározására, valamint a közelítések érvényességi tartományának és a szisztematikus hibák hatásának értékelésére, az eredmények szakszerű interpretációjával.

3. Szilárdtestfizika [ZVETE11MFKF03]

- Ismeri a kristályszerkezetek és reciproktér alapjait, a sáv szerkezet és elektronállapotok kialakulását, a fononok és egyéb kollektív gerjesztések (magnonok, plazmonok) szerepét, továbbá a transzportjelenségek, rendparaméterek és korrelációk szilárdtestfizikai fogalomrendszerét; áttekintéssel rendelkezik a félvezetők, szupravezetők és mágneses rendszerek alapvető fizikai mechanizmusairól.

- Képes szilárdtestfizikai rendszerek tulajdonságainak modellezésére és kvalitatív/kvantitatív becslésére (pl. sáv szerkezet, sűrűségállapot, szórási mechanizmusok), valamint kísérleti eredmények (spektroszkópia, transzport, diffrakció) fizikai értelmezésére, az alkalmazott modellek korlátainak és a bizonytalanságoknak a figyelembevételével.

4. Statisztikus fizika – komplex hálózatok [ZVETE11MFKF04]

- Ismeri a statisztikus fizika alapfogalmait és formális kereteit (sokaságok, entrópia, fluktuációk, korrelációk, skálázás) és a modellezéshez szükséges valószínűségi szemléletet; képes a statisztikus következtetéshez kapcsolódó bizonytalanságok kezelésére.

- Képes az általános statisztikus fizikai ismeretek alkalmazására, valamint komplex hálózatok strukturális jellemzésére és egyszerű dinamikák (pl. perkoláció, diffúzió/járványterjedés) elemzésére tipikus mérőszámok (fokszámeloszlás, klaszterezettség, úthossz, központiság) alkalmazásával, valamint modellek illesztésére/validálására és az eredmények fizikai interpretációjára.

5. Statisztikus fizika – fázisátalakulások [ZVETE11MFKF05]

- Ismeri a statisztikus fizika alapfogalmait és formális kereteit (sokaságok, entrópia, fluktuációk, korrelációk, skálázás), a rendparaméter és szimmetria szerepét, valamint a kritikus jelenségek fő fogalmait (korrelációhossz, fluktuációk, skálázás, univerzalitás).

- Képes az általános statisztikus fizikai ismeretek alkalmazására, valamint fázisátalakulások kvalitatív és kvantitatív elemzésére egyszerű modellekben, fázisdiagramok és kritikus pontok meghatározására, valamint szimulációs/analitikus eredmények értelmezésére a statisztikai és szisztematikus bizonytalanságok figyelembevételével.

6. Statisztikus fizika – véletlen mátrixok elmélete [ZVETE11MFKF06]

- Ismeri a statisztikus fizika alapfogalmait és formális kereteit (sokaságok, entrópia, fluktuációk, korrelációk, skálázás); áttekintéssel rendelkezik a véletlen

mátrixelmélet alap-sokaságairól és spektrális statisztikáiról.

- Képes az általános statisztikus fizikai ismeretek alkalmazására, továbbá véletlen mátrix modellek spektrális jellemzésére analitikus vagy numerikus eszközökkel, eredmények összevetésére elméleti jóslatokkal, valamint fizikai alkalmazásokban (pl. kvantumkáosz, transzport, adatelemzés) a modellfeltevések és bizonytalanságok kritikus értékelésére.

7. Nanotechnológia, anyagtudomány és szilárdtestfizika [ZVETE11MFNANO]

- Ismeri a szilárdtestek és félvezetők sávszerkezetének és elektrontranszportjának elméleti alapjait, a fémek ellenállásának hőmérsékletfüggését, valamint a transzportfolyamatok leírását a Boltzmann-egyenlet keretein belül.
- Áttekintéssel rendelkezik a nanométeres skálán megjelenő transzportjelenségekről, a vezetőképesség-kvantálásról, a Landauer-formalizmusról, valamint a kvázi-egydimenziós és diffúz nanoszerkezetek fizikai jellemzőiről.
- Ismeri a félvezető elektronikai és optikai eszközök fizikai működési elvét, a p-n átmenet és Schottky-gát sajátosságaitól kezdve a modern tranzisztorstruktúrákon (MOSFET, 3D tri-gate) át a lézerdiódáig és napelemekig.
- Érti a mágnesség kvantummechanikai alapjait, a ferromágnesség átlagtérelméletét, valamint a spintronikai eszközök, mint a spinszelepek, a GMR-effektus működését és alkalmazási lehetőségeit.
- Ismeri a nanostruktúrák előállításához szükséges modern nanofabrikációs eljárásokat (elektronsugaras és optikai litográfia, rétegnövesztési módszerek, valamint a top-down és bottom-up megközelítés technológiai lépései).
- Átfogó ismeretekkel rendelkezik a korszerű anyagtudományi karakterizációs módszerekről, különös tekintettel a pásztázó szondás (STM, AFM) és elektronmikroszkópos (SEM, TEM) technikákra. Ismeri a felületanalitikai módszerek (XPS, AES, SIMS) fizikai hátterét, felületi érzékenységet és a segítségükkel kinyerhető információk körét.
- Ismeri a mezoszkopikus koherencia és interferencia jelenségeit, az Aharonov-Bohm effektust és a gyenge lokalizációt, valamint a dekoherencia folyamatait. – Áttekintéssel rendelkezik a kvantált Hall-effektus elméletéről, a Landau-szintek kialakulásáról és az élállapotok szerepéről.
- Ismeri a zajspektroszkópia alkalmazási lehetőségeit.
- Érti a kétdimenziós anyagok – különösen a grafén és réteges félvezetők – sávszerkezetét, a Klein-tunnelezés jelenségét, valamint a van der Waals heterostruktúrák előnyeit.
- Ismeri a kvantumpöttyök elektrosztatikus modelljét, a Coulomb-blokád kialakulását, valamint a Pauli-blokád jelenségét, az egyelektron-tranzisztorok (SET) és elektronpumpák működését, valamint a spin qubiteken alapuló kvantuminformaticai alapelveit.

8. Klasszikus és kvantumfotonika [ZVETE12MF011]

- Ismeri a korszerű fotonikai rendszerek és optikai komponensek működésének fizikai alapjait, beleértve a hullámvezetőket és rezonátorokat, interferometriai és diffrakciós elemeket, optikai szűrőket, modulátorokat és

detektorokat. Ismeri a kvantumoptika alapfogalmait (kvantált elektromágneses mező, koherens állapotok, fotonstatisztika, összefonódás alapjai), valamint a nemlineáris optikai jelenségek fizikai mechanizmusait, a fázisillesztés és diszperzió szerepét, illetve a tipikus kísérleti megvalósítások alapelveit.

- Képes fotonikai elemek és rendszerek működésének elemzésére és alkalmazására, egyszerű optikai felépítések tervezésére és méretezésére, átviteli függvények és spektrális tulajdonságok értelmezésére, valamint kísérleti mérési adatok (pl. spektrumok, interferenciaképek) kiértékelésére, a bizonytalanságok és korlátok figyelembevételével. Képes nemlineáris és kvantumoptikai rendszerek fizikai viselkedésének elemzésére, egyszerű egyenletek és közelítések alkalmazására (pl. kétfotonos folyamatok, gain-becslés), paraméterek hatásának értékelésére, mérési eredmények (pl. korrelációs mérések, spektrumok) értelmezésére

9. Fizikai optika [ZVETE12MF012]

- Ismeri a hullámoptika alapjait, a fény terjedésének és diffrakciójának leírását, interferencia és koherencia fogalmát, polarizációs jelenségeket és a Jones/Mueller formalizmus alapjait, valamint a tipikus optikai rendszerek (lencsék, apertúrák, interferométerek) hullámoptikai korlátait. Ismeri az optikai anyagok alapvető fizikai tulajdonságait, valamint az optikai elemek előállításának és felületkezelésének főbb technológiáit és a minőségellenőrzés alapelveit.

- Képes interferencia-, diffrakciós és polarizációs jelenségek kvantitatív elemzésére és értelmezésére, egyszerű optikai felállások számítására (pl. intenzitáseloszlások, felbontás), mérési eredményekből fizikai paraméterek becslésére, optikai anyagok és technológiai folyamatok fizikai szempontú értékelésére, anyagválasztási szempontok megfogalmazására adott alkalmazásokhoz, gyártási toleranciák és felületi hibák hatásának becslésére optikai teljesítményre, továbbá mérési/karakterizációs eredmények alapján a megfelelés és kockázatok értékelésére.

10. Optikai metrológia, spektroszkópia és jelfeldolgozás [ZVETE12MF018]

- Ismeri az optikai mérés technikai rendszerek felépítését és működési elveit, a spektroszkópiai módszerek fizikai alapelveit, a spektrális vonalak kialakulását és kiszélesedési mechanizmusait, a tipikus spektrométeres elrendezéseket, a detektálás és zaj alapfogalmait (SNR, shot noise, elektronikus zaj), valamint az optikai jelek analóg és digitális jelfeldolgozásának alapszereit, és a mérési bizonytalanságok kezelésének alapelveit.

- Képes spektroszkópiai mérések tervezésére és értelmezésére, spektrumokból fizikai és anyagi paraméterek becslésére, optikai mérési adatok feldolgozására és az eredmények fizikai értelmezésére, megfelelő előfeldolgozási és szűrési lépések kiválasztására, mérési kalibráció és hibaanalízis elvégzésére, továbbá a jelfeldolgozási beavatkozások hatásának kritikus értékelésére és a következtetések megalapozott megfogalmazására.

11. A lézerek elmélete és alkalmazásai [ZVETE12MF014]

- Ismeri a lézerműködés fizikai alapjait (populációinverzió, stimulált emisszió,

rezonátorok), a főbb lézertípusok (szilárdtest, gáz, félvezető, szál-, festék) működési elveit, a módusdinamika és impulzusüzem (Q-switch, mode-lock) alapfogalmait, továbbá a nyalábminőség, koherencia, stabilitás és biztonság szempontjait, valamint a lézeres alkalmazások tipikus területeit.

- Képes lézeres rendszerek és alkalmazások fizikai elemzésére és gyakorlati alkalmazására, alapvető paraméterek becslésére (küszöb, erősítés, teljesítmény, impulzushossz), optikai felépítések értelmezésére, mérések (pl. spektrum, nyalábprofil, zaj) kiértékelésére, valamint a lézerbiztonsági és korlátozó tényezők figyelembevételével megalapozott szakmai következtetések levonására.

12. Optikai képalkotó rendszerek [ZVETE12MF017]

- Ismeri az optikai képalkotás fizikai alapjait (leképezés, apertúra, pontszórásfüggvény, felbontás, kontraszt), az aberrációk és diffrakció szerepét, valamint a képalkotó rendszerek főbb komponenseit és architektúráit (objektívek, kamera/detektor, megvilágítás, szűrők), továbbá a képalkotási zajforrásokat és a kalibráció alapelveit.

- Képes optikai képalkotó rendszerek teljesítményének elemzésére és fizikai korlátainak értelmezésére, alapvető felbontási és kontrasztbecslések elvégzésére, mérési/képalkotási adatok feldolgozására (pl. szűrés, dekonvolúció alapok), valamint a rendszerparaméterek és szisztematikus hibák hatásának értékelésére a következtetések megbízhatóságának megadásával, valamint összetett optikai rendszerek modellezésére és tervezésére.

13. Nukleáris Technika – általános tételsor [ZVETE80MFNT]

- Ismeri a nukleáris technológia alapvető fogalmait és összefüggéseit, beleértve az atommagfizika és sugárzás-anyag kölcsönhatás alapjait, a reaktorfizika alapvető törvényszerűségeit, a reaktorfizikai mennyiségeket (kritikusság, reaktivitás, reaktivitástényezők, moderáció), a dózismérés és sugárvédelem alapelveit, a nukleáris mérés technika főbb sajátosságait. Ismeri a nukleáris üzemanyagok hőtechnikai jellemzőit, a reaktorok termo-hidraulikai folyamatait, továbbá a tervezési üzemzavarok és súlyos balesetek legfontosabb mechanizmusait és biztonsági összefüggéseit.

- Képes nukleáris technológiai rendszerek működésének fizikai elemzésére és értelmezésére, egyszerű számítások és becslések elvégzésére (pl. aktivitás, árnyékolás, neutronmérleg, kritikusság), mérési adatok és detektorjelek kiértékelésére, továbbá a reaktorfizikai, hőtechnikai és hidraulikai alapegyenletek alkalmazására, egyszerűbb mérnöki számítások és biztonsági elemzések elvégzésére, valamint az atomreaktorok működésének és tranziens folyamatainak értelmezésére.

14. Nukleáris energia [ZVETE80MFNTA]

- Ismeri az atomenergia-termelés fizikai alapjait, a termikus és gyors reaktorok működési elveit, a reaktorzóna és primerkör főbb funkcióit, a hőtermelés és hőelvezetés, termohidraulika alapösszefüggéseit, a reaktivitásszabályozás és biztonsági rendszerek szerepét, valamint a nukleáris üzemanyagciklus és üze-
mi tranziens jelenségek alapfogalmait. Ismeri a reaktorfizikai számítások elveit,

a transzportegyenlet közelítő megoldási módszereit.

- Képes reaktorfizikai folyamatok és nukleáris energetikai rendszerek elemzésére, egyszerű reaktorparaméterek és teljesítménymérlegek becslésére, üzemi állapotok és tranziens jelenségek fizikai értelmezésére, továbbá biztonsági határfeltételek és szisztematikus bizonytalanságok figyelembevételével szakmai következtetések levonására és kommunikációjára.

15. Fúziós plazmafizika [ZVETE80MFNTF]

- Ismeri a plazmafizika alapfogalmait (Debye-hossz, plazmafrekvencia, ütközések, transzport), a mágneses összetartás alapelveit, a fúziós reakciók és energiatermelés feltételeit (Lawson-kritérium), a tokamak és sztellarátor alapvető működését, továbbá a hullám-plazma kölcsönhatások és fűtési/áramhajtási módszerek alapjait. Ismeri a plazma leírására vonatkozó MHD egyenletek és azok egyszerűbb megoldásait.
- Képes plazmafizikai és fúziós folyamatok alapvető fizikájának modellezésére és a fejlettebb modellek értelmezésére, egyszerű stabilitási és egyensúlyi becslések elvégzésére, plazmadiagnosztikai mérések értelmezésére (pl. mágneses mérések, spektroszkópia, interferometria), valamint a transzport, turbulencia és veszteségi folyamatok hatásának értékelésére a következtetések megbízhatóságának megadásával.

16. Nukleáris módszerek [ZVETE80MFNTN]

- Ismeri a részecsketranszport számítások elvi alapjait, módszereit és alkalmazási területeit, a nukleáris mérési és detektálási módszerek fizikai alapelveit, a sugárzásdetektorok főbb típusait (gáz-, szcintillációs, félvezető detektorok) és jellemzőit, a jelalak- és spektrumkiértékelés alapjait, a háttér és szisztematikus hatások kezelését, a sugárforrás készítés, előkészítés sajátosságait, radioanalitikai módszereket. Ismeri a gamma spektroszkópia alapjait és jellegzetességeit.
- Képes nukleáris méréstechnikai eljárások alkalmazására és az eredmények értékelésére, mérési lánc összeállítására és kalibrációjára, spektrumok és időfüggő jelek feldolgozására, statisztikai bizonytalanságok és háttérkorrekciók kezelésére, valamint az alkalmazott módszerek korlátainak figyelembevételével megalapozott következtetések levonására. Képes az egyszerűbb részecsketranszport számítások elvégzésére különböző programok felhasználásával.

17. Kvantumtechnológia [ZVETE11MFQT]

- Ismeri a kvantumtechnológia elméleti és kísérleti alapjait, beleértve a kvantuminformáció alapfogalmait, az információvesztés szerepét, a kvantumkommunikáció és kvantumkriptográfia alapelveit, valamint a kvantumszámítás és kvantumérzékelés tipikus architektúráit és megvalósítási platformjait.
- Képes egyszerű kvantumáramkörök és mérési sémák értelmezésére, a zaj- és hibahatások kvalitatív/kvantitatív értékelésére. Képes egyszerű kvantumrendszerek modellezésére. Ismeri a kvantumtechnológia modellezésének és kísérleti megvalósításának alapvető korlátait, valamint képes a különböző platformok összehasonlítására és az eredmények fizikai interpretációjára.

18. Természettudományos adatelemzés [ZVETE11MFDP]

- Ismeri a fizikai rendszerek numerikus, sztochasztikus és statisztikus modellezésének alapvető módszereit (Monte Carlo, molekuláris dinamika, sztochasztikus differenciálegyenletek, hálózatok és diszkrét modellek), valamint a tudományos adatfeldolgozás és statisztikai elemzés alapelveit, beleértve az adatkezelés, hibaanalízis, modellezés és reprodukálható számítási környezetek módszertanát; képes szimulációs és adatfeldolgozási módszerek alkalmazására, nagy adathalmazok elemzésére és az eredmények kritikus értékelésére.
- Ismeri a mesterséges intelligencia fizikai alkalmazásainak alapvető módszereit (pl. alapvető neurális hálózattípusok, szimbolikus regresszió, surrogate modellek, physics-informed neurális hálózatok), valamint képes adatvezérelt és gépi tanulási módszerek alkalmazására fizikai rendszerek és adathalmazok modellezésében, elemzésében és az eredmények interpretációjában.

2.6. Munkaerőpiaci kapcsolódások

A képzés a következő – az ESCO³ kategorizálás szerint megadott – munkaerőpiaci kompetenciák fejlesztését szolgálja:

Rövid ESCO kompetencia megnevezés	ESCO kompetencia részletes leírása
szakirodalmat kutat http://data.europa.eu/esco/skill/0d282d6e-8cb9-4339-8e7d-cfafed96b5ed	Egy konkrét témában átfogó és szisztematikusan kutatja az információkat és a publikációkat. Összehasonlító-értékelő szakirodalmi összefoglalót hoz létre.
tudományos mérőberendezést működtet http://data.europa.eu/esco/skill/cb1a2fbf-242d-4a4e-a466-588378f124c1	Tudományos méréshez tervezett eszközöket, gépeket és berendezéseket működtet. A tudományos berendezések az adatszerzés megkönnyítése érdekében finomított speciális mérőműszerekből állnak.
veszélyeshulladék-gazdálkodási stratégiákat dolgoz ki http://data.europa.eu/esco/skill/3220a66f-d129-463b-848e-891b4f1c79e3	Olyan stratégiákat dolgoz ki, amelyek célja, hogy növeljék a veszélyes hulladékanyagok – így a radioaktív hulladékok, a vegyi anyagok és az elektronikus eszközök – kezelésének, szállításának és ártalmatlanításának hatékonyságát.
nagy adathalmazokat elemez http://data.europa.eu/esco/skill/47a49cd6-097d-457a-9f7b-c290c14930d5	Nagy mennyiségben numerikus adatokat gyűjt és értékel, különösen az adatok közötti minták azonosítása céljából.
prototípusokat tervez http://data.europa.eu/esco/skill/bacbf27-4b5d-47de-8bfd-af5fa27562a2	Termékek vagy termékösszetevők prototípusait tervezi tervezési és műszaki elvek alkalmazásával.
minőségbiztosítási célokat tűz ki http://data.europa.eu/esco/skill/22b8039c-c890-4610-9228-5527e3b98f12	Minőségbiztosítási célok és eljárások meghatározása, azok fenntartása és folyamatos fejlesztése, a célok, protokollok, források, folyamatok, felszerelések és technológiák minőségi szabványok szempontjából történő felülvizsgálatával.
kutatási adatokat kezel http://data.europa.eu/esco/skill/08b04e53-ed25-41a2-9f90-0b9cd939ba3d	Kvalitatív és kvantitatív kutatási módszerekből származó tudományos adatokat állít elő és elemez. Az adatokat kutatási adatbázisokban tárolja és karbantartja. Támogatja a tudományos adatok újrafelhasználását, és ismeri a nyílt adatkezelési elveket.
laboratóriumi tesztek végé http://data.europa.eu/esco/skill/0b917c3e-e49f-40d9-8f95-3bc8e9c06fd2	Laboratóriumi tesztek végé annak érdekében, hogy megbízható és pontos adatok álljanak rendelkezésre a tudományos kutatás és a terméktesztelés támogatásához.
fejlett gyártási módszereket alkalmaz http://data.europa.eu/esco/skill/4f0e579d-ca7b-427c-ace6-9e2de3eb19c7	Javítja a termelési arányokat, a hatékonyságot, a hozamokat, a költségeket, valamint a termékek és folyamatok változását a vonatkozó fejlett, innovatív és élvonalbeli technológiával.
adatgyűjtő rendszereket kezel http://data.europa.eu/esco/skill/a80fb090-63f4-4b05-83a5-2f090deb7757	Az adatgyűjtés során az adatminőség és a statisztikai hatékonyság maximalizálására használt módszereket és stratégiákat dolgoz ki és kezel az összegyűjtött adatok további feldolgozásra történő optimalizálásának biztosítása érdekében.
analitikus matematikai számításokat végé http://data.europa.eu/esco/skill/31c69100-b612-4a61-8db5-fd314318854c	Matematikai módszereket és számítási technológiákat alkalmaz az elemzések elvégzése és konkrét problémák megoldásának kidolgozása érdekében.
adattápanyagot végé	Nagy adatkészleteket vizsgál meg, hogy statisztikákat,

³ Az ESCO adatbázis elérhetősége: https://esco.ec.europa.eu/hu/classification/skill_main

Rövid ESCO kompetencia megnevezés	ESCO kompetencia részletes leírása
http://data.europa.eu/esco/skill/4216e465-7baa-4884-a241-54b197bb9278	adatbázis-rendszereket vagy mesterséges intelligenciát használva felfedje a mintákat, és érthető módon nyújtsa be az információkat.
adatelemzést végez http://data.europa.eu/esco/occupation/82616669-cc82-4455-9332-a2df209e9f3e	Vizsgálati és értékelési adatokat és statisztikákat gyűjt azzal a céllal, hogy a döntéshozatali folyamatban hasznos információk felfedezéséhez megerősítéseket és mintára vonatkozó előrejelzéseket tegyen.
Vizsgálati eljárások fejlesztése (develop test procedures) – http://data.europa.eu/esco/skill/f10142ce-d522-49c3-9fd1-054fb63529d4	Képes mérési, ellenőrzési és validációs eljárások kidolgozására és fejlesztésére, amelyek technológiai, anyagvizsgálati vagy biztonsági rendszerek megbízható értékelését támogatják.
Energiaátalakítás (energy transformation) – http://data.europa.eu/esco/skill/106b9659-4b9a-4ce2-8d16-80add5bf81b0	Ismeri az energia különböző formái közötti átalakulási folyamatokat, és képes ezek értelmezésére energetikai rendszerek, átalakítási láncok és technológiai folyamatok elemzése során.
Fenntartható energia előmozdítása (promote sustainable energy) – http://data.europa.eu/esco/skill/1a6c7e0d-fc13-41d7-a5c0-8ca00606de89	Képes a fenntartható energiafelhasználás és az energiarendszerek fenntarthatósági szempontú értelmezésére, valamint a kapcsolódó technológiai megoldások szakmai értékelésére.
Anyagvizsgálati eljárások fejlesztése (develop material testing procedures) – http://data.europa.eu/esco/skill/658b6ea0-79f5-451d-a037-7593a4416c85	Képes anyagvizsgálati eljárások kidolgozására és fejlesztésére mérnökökkel és kutatókkal együttműködve annak érdekében, hogy különböző anyagok és rendszerek tulajdonságai megbízhatóan elemezhetők és értékelhetők legyenek
Adatfeldolgozási technikák alkalmazása (Use data processing techniques) – http://data.europa.eu/esco/skill/1b70a55d-b8a4-49fc-96c6-15ab4cff2522	Képes különböző adatfeldolgozási technikák alkalmazására nyers adatok tisztítására, átalakítására, strukturálására és előkészítésére további elemzési vagy modellezési feladatok számára.
Rendszeres jelentések készítése (write routine reports) – http://data.europa.eu/esco/skill/78b1de70-0930-462f-9a7e-bf9b4135e1e2	Képes a megfigyelt folyamatokról, mérésekről és vizsgálati eredményekről világos, strukturált és szakmailag pontos jelentések készítésére.
tudományos módszerek alkalmazása (apply scientific methods) – https://esco.ec.europa.eu/en/classification/skill?uri=http%3A%2F%2Fdata.europa.eu%2Fesco%2Fskill%2F1bba98a7-92b9-450b-9235-e0c905f8f3c4	Képes tudományos módszerek és technikák alkalmazására természeti jelenségek vizsgálatában új ismeretek megszerzése, illetve a meglévő tudás pontosítása és integrálása érdekében.

2.7. A specializációk rendszere és a specializációhoz rendelés

2.7.1. A specializációs preferenciák és a specializációhoz rendelés részletes szabályai

A hallgatók a Fizikus MSc szakra történő felvételi eljárás keretében specializációs preferenciát jelölnek meg. A felvételi eljárás eredményeként a felvett hallgató egy specializációhoz kerül hozzárendelésre, amely meghatározza szakmai orientációját, valamint a teljesítendő specializációs tantárgyak körét. A felvételi eljárás során megállapított specializáció a képzés során egyedi hallgatói kérelemre módosítható.

A Fizikus MSc képzés hat specializációt kínál, amelyek a fizika különböző elméleti, kísérleti és alkalmazott területeit fedik le. A specializációk kialakítása lehetővé teszi, hogy a hallgatók érdeklődésüknek és szakmai orientációjuknak megfelelően mélyüljenek el egy adott szakterületen, miközben a képzés egységes fizikus szemléletre és korszerű természettudományos alapokra épül.

Valamennyi specializáció tartalmaz egy, az adott szakterület legfontosabb elméleti és módszertani ismereteit lefedő kötelező tárgyblokkot. Emellett minden specializáció kötelezően választható tantárgycsoportot is tartalmaz, amelyből a teljesítendő kreditek minimális összegét a mintatanterv rögzíti.

A különböző specializációkhoz tartozó kötelezően választható tantárgyak – a specializációfelelős jóváhagyásával – más specializáció hallgatói számára is felvehetők, amennyiben azok illeszkednek a hallgató szakmai fejlődéséhez és tanulmányi tervéhez.

A specializációk indításának irányadó feltétele legalább hét (7) felvett hallgató; ennél alacsonyabb létszám esetén a Fizikus szakbizottság dönt a specializáció indításáról. A specializációk korlátozhatják a felvehető hallgatók létszámát.

1. Jelentkezés és preferenciák megjelölése

A jelentkezők a fizikus mesterképzési szakra történő jelentkezés során – a felvételi tájékoztatóban és a szak felvételi feltételeiben meghatározott módon – specializációs preferenciát jelölhetnek meg, három (3) specializáció sorrendjének megadásával.

2. A felvételi eljárás és a rangsorolás alapelvei

A felvételi pontszám és a jelentkezők rangsorolása a felvételi eljárás során kerül megállapításra. Az eljárás részletes szabályait a szak és a BME felvételi szabályzata, valamint a felsőoktatási felvételi tájékoztató tartalmazza.

3. Besorolás a specializációba

A felvett hallgató arra a specializációra kerül besorolásra, amely az adott felvételi eljárásban meghirdetésre került, elindul, és amely tekintetében a jelentkező a felvételi követelményeknek megfelel. Ha a jelentkező több megjelölt specializáció esetében is besorolható, a besorolás a jelentkező által megadott preferencia-sorrend

figyelembevételével történik. Amennyiben a hallgató olyan specializációra nyer felvételt, amelyik abban az évben – létszámhiány miatt – nem indul, a hallgatóval való egyeztetés alapján másik specializációra irányítjuk.

4. A specializációk közötti váltás szabályai

A képzés közbeni specializációváltás egyedi hallgatói kérelem alapján, tanulmányi időszak lezárását követően kezdeményezhető. A kérelmet a szakfelelős az érintett specializációfelelősök bevonásával bírálja el, figyelemmel a fogadó specializáció kapacitására, a teljesített tantárgyakra, valamint a módosított tanulmányi terv teljesíthetőségére. A korábban teljesített tantárgyak beszámítására a vonatkozó tanulmányi szabályok alapján kerül sor.

5. Külső partner részvétele a specializációban duális vagy kooperatív képzés révén
Tekintettel arra, hogy a képzés nem duális és nem kooperatív, ez a pont nem releváns.

2.7.2. Nanotechnológia és Anyagtudomány specializáció

I. A specializáció alapadatai

1. A specializáció megnevezése
 - a) magyarul: Nanotechnológia és Anyagtudomány Specializáció
 - b) angolul: Nanotechnology and Materials Science Specialisation
 - c) a képzés nyelvén: Nanotechnology and Materials Science Specialisation
2. A specializáció képzési nyelve: angol
3. A specializáció kreditértéke: 53 kredit
4. A specializációért felelős szervezeti egység: TTK Fizikai Intézet
5. Specializációfelelős oktató: Csonka Szabolcs

II. A specializációhoz rendelés feltételei és szabályai

6. A specializációhoz rendelés feltételei
Lásd a 2.7.1-ben leírtakat.
7. A specializációhoz rendelés részletes szabályai
Lásd a 2.7.1-ben leírtakat.

III. A specializáció képzési célja és tartalma

8. A specializáció képzési célja:

A nanotechnológia és anyagtudomány specializáció célja olyan fizikus szakemberek képzése, akik mélyreható ismeretekkel rendelkeznek a modern anyagok szerkezetének, tulajdonságainak és vizsgálati módszereinek területén, különös tekintettel a nanoskálán megjelenő fizikai jelenségekre. A specializáció hangsúlyt helyez a szilárdtestfizikai alapokra épülő, korszerű anyagvizsgálati és karakterizációs technikák elsajátítására, valamint az ezekhez kapcsolódó kísérleti és számítási módszerek integrált alkalmazására.

A képzés célja, hogy a hallgatók képesek legyenek komplex anyagtudományi problémák tudományos igényű megközelítésére, beleértve az anyagszerkezet és a fizikai tulajdonságok közötti összefüggések feltárását. A specializáció elősegíti a korszerű nanotechnológiai alkalmazások megértését és fejlesztését, különösen a félvezetőipar, felülettudomány, vékonyréteg-technológia és funkcionális anyagok területén.

A program felkészíti a hallgatókat önálló kutatási feladatok végzésére, valamint ipari kutatás-fejlesztési környezetben történő munkavégzésre. Emellett megalapozza a doktori képzésben való részvételhez szükséges elméleti és módszertani felkészültséget.

9. A specializációban szerezhető sajátos kompetenciák
 - a) tudás
 - i) Ismeri a nanoszerkezetű anyagok fizikai tulajdonságait meghatározó alapvető mechanizmusokat és méretskála-függő jelenségeket.

- ii) Ismeri a szilárdtestfizika és anyagtudomány korszerű elméleti modelljeit és azok alkalmazási lehetőségeit.
 - iii) Ismeri a felülettudomány és vékonyréteg-fizika alapfogalmait és jelenségeit.
 - iv) Ismeri a korszerű anyagvizsgálati módszerek (pl. mikroszkópos eljárások) fizikai alapjait.
 - v) Ismeri a nanotechnológiai rendszerek előállításának és módosításának alapelveit (top-down, bottom-up).
 - vi) Ismeri a számítógépes modellezés és szimuláció szerepét az anyagtudományban.
 - vii) Ismeri az anyagok szerkezete és funkcionális tulajdonságai közötti kapcsolatokat.
 - viii) Ismeri a korszerű anyagkutatás ipari és technológiai alkalmazásainak főbb irányait.
- b) képesség
- i) Képes nanoszerkezetű anyagok fizikai tulajdonságainak elemzésére és értelmezésére.
 - ii) Képes korszerű anyagvizsgálati módszerek alkalmazására és az eredmények kiértékelésére.
 - iii) Képes kísérletek tervezésére és kivitelezésére anyagtudományi problémák vizsgálatára.
 - iv) Képes különböző karakterizációs technikákból származó adatok integrált értelmezésére.
 - v) Képes számítógépes modellek alkalmazására anyagtudományi rendszerek leírására.
 - vi) Képes komplex anyagtudományi problémák önálló megfogalmazására és megoldására.
 - vii) Képes kutatási eredmények szakszerű dokumentálására és bemutatására.
 - viii) Képes interdiszciplináris környezetben való együttműködésre mérnöki és informatikai területekkel.
- c) attitűd
- i) Törekszik a nanoskálán megjelenő fizikai jelenségek mélyebb megértésére.
 - ii) Nyitott a korszerű anyagtudományi és nanotechnológiai módszerek elsajátítására.
 - iii) Elkötelezett a precíz kísérleti munka és adatfeldolgozás iránt.
 - iv) Kritikus szemlélettel értékeli a mérési és szimulációs eredményeket.
 - v) Törekszik a tudományos eredmények gyakorlati alkalmazhatóságának vizsgálatára.
 - vi) Érzékeny a technológiai fejlesztések környezeti és társadalmi hatásaira.
 - vii) Nyitott az interdiszciplináris együttműködésre.
 - viii) Elkötelezett a folyamatos szakmai fejlődés iránt.
- d) autonómia és felelősség
- i) Önállóan képes anyagtudományi kutatási feladatok megtervezésére és végrehajtására.

- ii) Felelősséget vállal a kísérleti és számítási eredmények pontosságáért és megbízhatóságáért.
- iii) Képes szakmai döntések meghozatalára komplex anyagtudományi problémák esetén.
- iv) Együttműködik kutatócsoportokban, és képes részfeladatok koordinálására.
- v) Tudatosan alkalmazza a kutatásetikai és adatkezelési normákat.
- vi) Felelősen jár el laboratóriumi és technológiai környezetben.
- vii) Képes önálló szakmai álláspont kialakítására és képviselésére.
- viii) Hozzájárul a kutatási eredmények tudományos és alkalmazott hasznosításához.

10. Szakmai gyakorlat sajátos, kiegészítő követelményei

Általános szabályok szerint.

11. A diplomamunka sajátos, kiegészítő követelményei

Általános szabályok szerint.

12. Záróvizsga sajátos követelményei

A specializáció záróvizsga tantárgycsoportjai

Záróvizsga tantárgycsoport kódja	Záróvizsga tantárgycsoport megnevezése	Záróvizsga tantárgycsoportba sorolt mintatantervi tantárgyak (tantárgynév, tantárgykód)
ZVETE11MFNANO	Nanotechnology, Materials Science, Solid State Physics (Nanotechnológia, anyagtudomány és szilárdtestfizika)	BMETE11MF58 Nanotechnology and Materials Science (Nanotechnológia és anyagtudomány) BMETEFTMSFNAFI-00 Nanophysics (Nanofizika)

Az egyes záróvizsga tantárgycsoportok részletes követelményei (kompetencia-lista):

Nanotechnológia, anyagtudomány és szilárdtestfizika [ZVETE11MFNANO]

- Ismeri a szilárdtestek és félvezetők sávszerkezetének és elektrontranszportjának elméleti alapjait, a fémek ellenállásának hőmérsékletfüggését, valamint a transzportfolyamatok leírását a Boltzmann-egyenlet keretein belül.
- Áttekintéssel rendelkezik a nanométeres skálán megjelenő transzportjelenségekről, a vezetőképesség-kvantálásról, a Landauer-formalizmusról, valamint a kvázi-egydimenziós és diffúz nanoszerkezetek fizikai jellemzőiről.
- Ismeri a félvezető elektronikai és optikai eszközök fizikai működési elvét, a p-n átmenet és Schottky-gát sajátosságaitól kezdve a modern tranzisztorstruktúrákon (MOSFET, 3D tri-gate) át a lézerdiódáig és napelemekig.

- Érti a mágnesség kvantummechanikai alapjait, a ferromágnesség átlagtérelméletét, valamint a spintronikai eszközök, mint a spinszelepek, a GMR-effektus működését és alkalmazási lehetőségeit.
- Ismeri a nanostruktúrák előállításához szükséges modern nanofabrikációs eljárásokat (elektronsugaras és optikai litográfia, rétegnövesztési módszerek, valamint a top-down és bottom-up megközelítés technológiai lépései).
- Átfogó ismeretekkel rendelkezik a korszerű anyagtudományi karakterizációs módszerekről, különös tekintettel a pásztázó szondás (STM, AFM) és elektronmikroszkópos (SEM, TEM) technikákra. Ismeri a felületanalitikai módszerek (XPS, AES, SIMS) fizikai hátterét, felületi érzékenységüket és a segítségükkel kinyerhető információk körét.
- Ismeri a mezoszkopikus koherencia és interferencia jelenségeit, az Aharonov-Bohm effektust és a gyenge lokalizációt, valamint a dekoherencia folyamatait. – Áttekintéssel rendelkezik a kvantált Hall-effektus elméletéről, a Landau-szintek kialakulásáról és az élállapotok szerepéről.
- Ismeri a zajspektroszkópia alkalmazási lehetőségeit.
- Érti a kétdimenziós anyagok – különösen a grafén és réteges félvezetők – sávszerkezetét, a Klein-tunnelezés jelenségét, valamint a van der Waals heterostruktúrák előnyeit.
- Ismeri a kvantumpöttyök elektrosztatikus modelljét, a Coulomb-blokád kialakulását, valamint a Pauli-blokád jelenségét, az egyelektron-tranzisztorok (SET) és elektronpumpák működését, valamint a spin qubiteken alapuló kvantuminformatikai alapelveit.

2.7.3. Optika és Fotonika specializáció

I. A specializáció alapadatai

1. A specializáció megnevezése
 - a) magyarul: Optika és Fotonika Specializáció
 - b) angolul: Optics and Photonics Specialisation
 - c) a képzés nyelvén: Optics and Photonics Specialisation
2. A specializáció képzési nyelve: angol
3. A specializáció kreditértéke: 53 kredit
4. A specializációért felelős szervezeti egység: TTK Fizikai Intézet
5. Specializációfelelős oktató: Koppa Pál

II. A specializációhoz rendelés feltételei és szabályai

6. A specializációhoz rendelés feltételei
Lásd a 2.7.1-ben leírtakat.
7. A specializációhoz rendelés részletes szabályai
Lásd a 2.7.1-ben leírtakat.

III. A specializáció képzési célja és tartalma

8. A specializáció képzési célja:

Az optika és fotonika specializáció célja olyan fizikus szakemberek képzése, akik átfogó és elmélyült ismeretekkel rendelkeznek a fény–anyag kölcsönhatás alapvető jelenségeiről, valamint a modern optikai és fotonikai rendszerek működéséről. A képzés a klasszikus és kvantumoptika alapjaira építve biztosítja a korszerű optikai eszközök és technológiák megértését és alkalmazását.

A specializáció kiemelt hangsúlyt helyez a lézerfizika, az optikai modellezés és tervezés, az optikai anyagok és struktúrák, valamint a fotonikai alkalmazások területére. A hallgatók elsajátítják az optikai mérési és karakterizációs módszereket, valamint az optikai rendszerek modellezésének és tervezésének alapjait.

A képzés célja továbbá, hogy a hallgatók képesek legyenek komplex optikai és fotonikai problémák tudományos igényű elemzésére, valamint önálló kutatási vagy fejlesztési feladatok ellátására. A specializáció felkészít a doktori képzésben való részvételre, valamint az optikai és fotonikai ipar különböző területein történő munkavégzésre.

9. A specializációban szerezhető sajátos kompetenciák

a) tudás

- i) Ismeri a klasszikus és kvantumoptika alapvető törvényeit és jelenségeit.
- ii) Ismeri a fény–anyag kölcsönhatás mechanizmusait különböző fizikai rendszerekben.
- iii) Ismeri a lézerek működési elveit és főbb típusait.
- iv) Ismeri a nemlineáris optikai jelenségek alapjait és alkalmazásait.
- v) Ismeri az optikai rendszerek és eszközök (pl. interferométerek, spektrométerek) működését.
- vi) Ismeri az optikai anyagok és fotonikai struktúrák fizikai tulajdonságait.
- vii) Ismeri az optikai mérési és karakterizációs módszerek elméleti alapjait.
- viii) Ismeri a fotonika ipari és technológiai alkalmazásainak főbb területeit.

b) képesség

- i) Képes optikai és fotonikai jelenségek kvantitatív elemzésére és értelmezésére.
- ii) Képes optikai mérési eljárások önálló alkalmazására és az eredmények kiértékelésére.
- iii) Képes optikai rendszerek és kísérletek megtervezésére és kivitelezésére.
- iv) Képes lézeres és optikai eszközök szakszerű használatára.
- v) Képes optikai modellek és szimulációk alkalmazására fizikai rendszerek leírására.
- vi) Képes különböző optikai technikákból származó adatok integrált értelmezésére.
- vii) Képes kutatási eredmények szakszerű dokumentálására és bemutatására.

- viii) Képes interdiszciplináris együttműködésre mérnöki és technológiai területekkel.
- c) attitűd
 - i) Törekszik a fény–anyag kölcsönhatás mélyebb megértésére.
 - ii) Nyitott a korszerű optikai és fotonikai módszerek elsajátítására.
 - iii) Elkötelezett a precíz mérési és kísérleti munka iránt.
 - iv) Kritikus szemlélettel értékeli a mérési és szimulációs eredményeket.
 - v) Törekszik a tudományos eredmények gyakorlati alkalmazhatóságának vizsgálatára.
 - vi) Érzékeny az optikai technológiák társadalmi és ipari jelentőségére.
 - vii) Nyitott az interdiszciplináris együttműködésre.
 - viii) Elkötelezett a folyamatos szakmai fejlődés iránt.
- d) autonómia és felelősség
 - i) Önállóan képes optikai és fotonikai kutatási feladatok megtervezésére és végrehajtására.
 - ii) Felelősséget vállal a mérési és számítási eredmények pontosságáért.
 - iii) Képes szakmai döntések meghozatalára komplex optikai problémák esetén.
 - iv) Együttműködik kutatócsoportokban, és képes részfeladatok koordinálására.
 - v) Tudatosan alkalmazza a kutatásetikai és adatkezelési normákat.
 - vi) Felelősen használja az optikai és lézeres berendezéseket.
 - vii) Képes önálló szakmai álláspont kialakítására és képviselésére.
 - viii) Hozzájárul a fotonikai kutatási eredmények tudományos és technológiai hasznosításához.

10. Szakmai gyakorlat sajátos, kiegészítő követelményei

Általános szabályok szerint.

11. A diplomamunka sajátos, kiegészítő követelményei

Általános szabályok szerint.

12. Záróvizsga sajátos követelményei

A specializáció záróvizsga tantárgycsoportjai

Záróvizsga tantárgycsoport kódja	Záróvizsga tantárgycsoport megnevezése	Záróvizsga tantárgycsoportba sorolt mintatantervi tantárgyak (tantárgynév, tantárgykód)
ZVETE12MF011	Classical and Quantum Photonics (Klasszikus és kvantumfotonika)	BMETE12MF81 Fundamentals of Photonics (A fotonika alapjai) BMETE15MF67 Quantum Optics (Kvantumoptika) BMETEEFMsFKVEK-00 Quantum Sensing and Quantum Communication (Kvantumérzékelés és

Záróvizsga tantárgycsoport kódja	Záróvizsga tantárgycsoport megnevezése	Záróvizsga tantárgycsoportba sorolt mintatantervi tantárgyak (tantárgynév, tantárgykód)
		kvantumkommunikáció)
ZVETE12MF012	Physical Optics (Fizikai optika)	BMETE12MF79 Physical Optics (Fizikai optika) BMETE12MF77 Optical Materials and Technologies (Optikai anyagok és technológiák)
ZVETE12MF018	Optical Metrology, Spectroscopy and Signal Processing (Optikai metrológia, spektroszkópia és jelfeldolgozás)	BMETE11MF21 Optical Metrology (Optikai metrológia) BMETE11MF54 Optical Spectroscopy in Materials Science (Optikai spektroszkópia az anyagtudományban) BMETE12MF19 Optical Information Processing and Data Storage (Optikai információfeldolgozás és adattárolás)
ZVETE12MF014	Theory and Applications of Lasers (A lézerek elmélete és alkalmazásai)	BMETE12MF17 Laser Physics (Lézerfizika) BMETE12MF58 Industrial and Biological Applications of Lasers (A lézerek ipari és biológiai alkalmazásai)

Az egyes záróvizsga tantárgycsoportok részletes követelményei (kompetencia-lista):

Klasszikus és kvantumfotonika [ZVETE12MF011]

- Ismeri a korszerű fotonikai rendszerek és optikai komponensek működésének fizikai alapjait, beleértve a hullámvezetőket és rezonátorokat, interferometriai és diffrakciós elemeket, optikai szűrőket, modulátorokat és detektorokat. Ismeri a kvantumoptika alapfogalmait (kvantált elektromágneses mező, koherens állapotok, fotonstatistika, összefonódás alapjai), valamint a nemlineáris optikai jelenségek fizikai mechanizmusait, a fázisillesztés és diszperzió szerepét, illetve a tipikus kísérleti megvalósítások alapelveit.
- Képes fotonikai elemek és rendszerek működésének elemzésére és alkalmazására, egyszerű optikai felépítések tervezésére és méretezésére, átviteli függvények és spektrális tulajdonságok értelmezésére, valamint kísérleti mérési adatok (pl. spektrumok, interferenciaképek) kiértékelésére, a bizonytalanságok és korlátok figyelembevételével. Képes nemlineáris és kvantumoptikai rendszerek fizikai viselkedésének elemzésére, egyszerű egyenletek és közelítések alkalmazására (pl. kétfotonos folyamatok, gain-becslés), paraméterek

hatásának értékelésére, valamint mérési eredmények (pl. korrelációs mérések, spektrumok) értelmezésére.

Fizikai optika [ZVETE12MF012]

- Ismeri a hullámoptika alapjait, a fény terjedésének és diffrakciójának leírását, interferencia és koherencia fogalmát, polarizációs jelenségeket és a Jones/Mueller formalizmus alapjait, valamint a tipikus optikai rendszerek (lencsék, apertúrák, interferométerek) hullámoptikai korlátait. Ismeri az optikai anyagok alapvető fizikai tulajdonságait, valamint az optikai elemek előállításának és felületkezelésének főbb technológiáit és a minőségellenőrzés alapelveit.
- Képes interferencia-, diffrakciós és polarizációs jelenségek kvantitatív elemzésére és értelmezésére, egyszerű optikai felállások számítására (pl. intenzitáseloszlások, felbontás), mérési eredményekből fizikai paraméterek becslésére, optikai anyagok és technológiai folyamatok fizikai szempontú értékelésére, anyagválasztási szempontok megfogalmazására adott alkalmazásokhoz, gyártási toleranciák és felületi hibák hatásának becslésére optikai teljesítményre, továbbá mérési/karakterizációs eredmények alapján a megfelelőség és kockázatok értékelésére.

Optikai metrológia, spektroszkópia és jelfeldolgozás [ZVETE12MF018]

- Ismeri az optikai méréstechnikai rendszerek felépítését és működési elveit, a spektroszkópiai módszerek fizikai alapelveit, a spektrális vonalak kialakulását és kiszélesedési mechanizmusait, a tipikus spektrométeres elrendezéseket, a detektálás és zaj alapfogalmait (SNR, shot noise, elektronikus zaj), valamint az optikai jelek analóg és digitális jelfeldolgozásának alapszereit, és a mérési bizonytalanságok kezelésének alapelveit.
- Képes spektroszkópiai mérések tervezésére és értelmezésére, spektrumokból fizikai és anyagi paraméterek becslésére, optikai mérési adatok feldolgozására és az eredmények fizikai értelmezésére, megfelelő előfeldolgozási és szűrési lépések kiválasztására, mérési kalibráció és hibaanalízis elvégzésére, továbbá a jelfeldolgozási beavatkozások hatásának kritikus értékelésére és a következtetések megalapozott megfogalmazására.

A lézerek elmélete és alkalmazásai [ZVETE12MF014]

- Ismeri a lézerműködés fizikai alapjait (populációinverzió, stimulált emisszió, rezonátorok), a főbb lézertípusok (szilárdtest, gáz, félvezető, szál-, festék) működési elveit, a módusdinamika és impulzusüzem (Q-switch, mode-lock) alapfogalmait, továbbá a nyalábminőség, koherencia, stabilitás és biztonság szempontjait, valamint a lézeres alkalmazások tipikus területeit.
- Képes lézeres rendszerek és alkalmazások fizikai elemzésére és gyakorlati alkalmazására, alapvető paraméterek becslésére (küszöb, erősítés, teljesítmény, impulzushossz), optikai felépítések értelmezésére, mérések (pl. spektrum, nyalábprofil, zaj) kiértékelésére, valamint a lézerbiztonsági és korlátozó tényezők figyelembevételével megalapozott szakmai következtetések levonására.

Optikai képalkotó rendszerek [ZVETE12MF017]

- Ismeri az optikai képalkotás fizikai alapjait (leképezés, apertúra, pontszórásfüggvény, felbontás, kontraszt), az aberrációk és diffrakció szerepét, valamint a képalkotó rendszerek főbb komponenseit és architektúráit (objektívek, kamera/detektor, megvilágítás, szűrők), továbbá a képalkotási zajforrásokat és a kalibráció alapelveit.
- Képes optikai képalkotó rendszerek teljesítményének elemzésére és fizikai korlátainak értelmezésére, alapvető felbontási és kontrasztbecslések elvégzésére, mérési/képalkotási adatok feldolgozására (pl. szűrés, dekonvolúció alapok), valamint a rendszerparaméterek és szisztematikus hibák hatásának értékelésére a következtetések megbízhatóságának megadásával, valamint összetett optikai rendszerek modellezésére és tervezésére.

2.7.4. Kutatófizikus specializáció

I. A specializáció alapadatai

1. A specializáció megnevezése
 - a) magyarul: Kutatófizikus Specializáció
 - b) angolul: Researcher Physicist Specialisation
 - c) a képzés nyelvén: Researcher Physicist Specialisation
2. A specializáció képzési nyelve: angol
3. A specializáció kreditértéke: 53 kredit
4. A specializációért felelős szervezeti egység: TTK Fizikai Intézet
5. Specializációfelelős oktató: Takács Gábor

II. A specializációhoz rendelés feltételei és szabályai

6. A specializációhoz rendelés feltételei
Lásd a 2.7.1-ben leírtakat.
7. A specializációhoz rendelés részletes szabályai
Lásd a 2.7.1-ben leírtakat.

III. A specializáció képzési célja és tartalma

8. A specializáció képzési célja:

A kutatófizikus specializáció célja olyan fizikus szakemberek képzése, akik elmélyült elméleti és módszertani ismeretekkel rendelkeznek, és képesek önálló, magas szintű tudományos kutatási tevékenység végzésére. A képzés hangsúlyt helyez a modern fizika alapvető és aktuális kutatási területeinek mélyebb megértésére, valamint az ezekhez kapcsolódó analitikus, numerikus és kísérleti módszerek integrált alkalmazására.

A specializáció célja, hogy a hallgatók képessé váljanak komplex fizikai problémák önálló megfogalmazására, modellezésére és tudományos igényű vizsgálatára. Kiemelt szerepet kap a kutatómódszertan, a tudományos publikációs készségek, valamint a kritikai és rendszerszintű gondolkodás fejlesztése.

A program elősegíti a hallgatók bekapcsolódását aktív kutatási projektekbe, ezáltal megalapozva a doktori képzésben való sikeres részvételt. A specializáció célja továbbá olyan szakemberek képzése, akik képesek a tudományos eredmények nemzetközi szintű kommunikációjára és a kutatási együttműködésekben való aktív részvételre.

9. A specializációban szerezhető sajátos kompetenciák
 - a) tudás
 - i) Ismeri a modern fizika aktuális kutatási területeinek elméleti alapjait és főbb irányait.

- ii) Ismeri a tudományos kutatás módszertanát, beleértve a hipotézisalkotás, modellépítés és validáció lépéseit.
 - iii) Ismeri a korszerű analitikus és numerikus módszereket fizikai rendszerek vizsgálatára.
 - iv) Ismeri a tudományos publikációk szerkezetét és a tudományos kommunikáció alapelveit.
 - v) Ismeri a szakterületéhez kapcsolódó nemzetközi szakirodalmat és kutatási trendeket.
 - vi) Ismeri a különböző fizikai modellek alkalmazhatósági határait és korlátait.
 - vii) Ismeri az interdiszciplináris kutatások módszertani alapjait.
 - viii) Ismeri a kutatásetika és tudományos integritás alapelveit.
- b) képesség
- i) Képes komplex fizikai problémák önálló megfogalmazására és kutatási kérdésekké alakítására.
 - ii) Képes elméleti modellek kidolgozására és alkalmazására fizikai rendszerek leírására.
 - iii) Képes numerikus és szimulációs módszerek hatékony alkalmazására.
 - iv) Képes kutatási eredmények kritikai elemzésére és értelmezésére.
 - v) Képes önálló tudományos kutatás végzésére és annak dokumentálására.
 - vi) Képes tudományos közlemények írására és prezentálására angol nyelven.
 - vii) Képes bekapcsolódni nemzetközi kutatási együttműködésekbe.
 - viii) Képes új kutatási irányok azonosítására és kidolgozására.
- c) attitűd
- i) Elkötelezett a tudományos igényesség és pontosság iránt.
 - ii) Nyitott az új elméletek, módszerek és kutatási irányok megismerésére.
 - iii) Kritikus szemlélettel viszonyul a tudományos eredményekhez.
 - iv) Törekszik a mélyebb összefüggések feltárására és megértésére.
 - v) Elkötelezett a folyamatos szakmai fejlődés és önképzés iránt.
 - vi) Nyitott az interdiszciplináris együttműködésekre.
 - vii) Törekszik a tudományos eredmények korrekt és etikus közlésére.
 - viii) Motivált a tudományos kutatásban való aktív részvételre.
- d) autonómia és felelősség
- i) Önállóan képes kutatási projektek megtervezésére és végrehajtására.
 - ii) Felelősséget vállal a kutatási eredmények hitelességéért és megbízhatóságáért.
 - iii) Képes önálló szakmai álláspont kialakítására és tudományos érvekkel való alátámasztására.
 - iv) Tudatosan alkalmazza a kutatásetikai normákat és a tudományos integritás elveit.
 - v) Képes együttműködni kutatócsoportokban, és részt venni közös kutatási feladatokban.
 - vi) Felelősen kezeli a kutatási adatokat és forrásokat.

vii) Képes kutatási irányok és projektek szakmai vezetésében való részvételre megfelelő tapasztalat birtokában.

viii) Hozzájárul a tudományos közösség munkájához és a kutatási eredmények terjesztéséhez.

10. Szakmai gyakorlat sajátos, kiegészítő követelményei

Általános szabályok szerint

11. A diplomamunka sajátos, kiegészítő követelményei

Általános szabályok szerint

12. Záróvizsga sajátos követelményei

A specializáció záróvizsga tantárgycsoportjai

Záróvizsga tantárgycsoport kódja	Záróvizsga tantárgycsoport megnevezése	Záróvizsga tantárgycsoportba sorolt mintatantervi tantárgyak (tantárgynév, tantárgykód)
ZVETE11MFKF01	Particle Physics and Quantum Field Theory (Részecskefizika és kvantumtérelmélet)	BMETE15MF72 Particle Physics (Részecskefizika) BMETE15MF65 Quantum Field Theory (Kvantumtérelmélet)
ZVETE11MFKF02	Many-Body Theory (Soktestelmélet)	BMETE11MF55 Modern Solid State Physics (Modern szilárdtestfizika) BMETEFTMsFKATE-00 Condensed Matter Quantum Field Theory (Kondenzált anyagok kvantumtérelmélete) BMETEEFMsFSFIZ-00 Statistical Physics (Statisztikus fizika)
ZVETE11MFKF03	Solid State Physics (Szilárdtestfizika)	BMETE11MF55 Modern Solid State Physics (Modern szilárdtestfizika) BMETEFTMsEFFIZ-00 Semiconductor Physics (Félvezetőfizika) BMETE11MF45 Superconductivity (Szupravezetés) BMETEEFMsFSFIZ-00 Statistical Physics (Statisztikus fizika) BMETE11MF57 Theory of Magnetism (A mágnesség elmélete)
ZVETE11MFKF04	Statistical Physics – Complex networks (Statisztikus fizika – komplex hálózatok)	BMETEEFMsFSFIZ-00 Statistical Physics (Statisztikus fizika) BMETE15MF74 Computer Simulations in Physics (Számítógépes szimulációk a fizikában) BMETE15MF76 Complex Networks (Komplex hálózatok)

Az egyes záróvizsga tantárgycsoportok részletes követelményei (kompetencia-lista):

Részecskefizika és kvantumtérelmélet [ZVETE11MFKF01]

- Ismeri a részecskefizika és a kvantumtérelmélet alapfogalmait és formalizmusát, a Lorentz-invariancia és a mértékszimmetriák szerepét, a Standard Modell felépítését (fermionok, bozonok, kölcsönhatások), valamint a szórási folyamatok és bomlások leírásának alapelveit, beleértve a Feynman-diagramok használatát.
- Képes nagyenergiás fizikai folyamatok elméleti levezetésére és értelmezésére, egyszerű amplitúdók és keresztmetszetek kiszámítására, részecskefizikai és kvantumtérelméleti problémák megoldására.

Soktestelmélet [ZVETE11MFKF02]

- Ismeri a kölcsönható sokrészecske-rendszerek kvantummechanikai leírásának alapvető módszereit és közelítéseit, beleértve a másodkvantálást, a Green-függvények és perturbációs számítás alapjait, a Fermi-folyadék elméletet, valamint a kollektív gerjesztések és effektív kölcsönhatások fogalmát; továbbá áttekintéssel rendelkezik a fázisátmenetek és korrelációk soktestfizikai értelmezéséről.
- Képes kölcsönható kvantumrendszerek fizikai viselkedésének analitikus és numerikus vizsgálatára, egyszerű modellek (pl. Hubbard-, Heisenberg-típusú) elemzésére, korrelációs függvények és spektrumok meghatározására, valamint a közelítések érvényességi tartományának és a szisztematikus hibák hatásának értékelésére, az eredmények szakszerű interpretációjával.

Szilárdtestfizika [ZVETE11MFKF03]

- Ismeri a kristályszerkezetek és reciproktér alapjait, a sáv szerkezet és elektronállapotok kialakulását, a fononok és egyéb kollektív gerjesztések (magnonok, plazmonok) szerepét, továbbá a transzportjelenségek, rendparaméterek és korrelációk szilárdtestfizikai fogalomrendszerét; áttekintéssel rendelkezik a félvezetők, szupravezetők és mágneses rendszerek alapvető fizikai mechanizmusairól.
- Képes szilárdtestfizikai rendszerek tulajdonságainak modellezésére és kvalitatív/kvantitatív becslésére (pl. sáv szerkezet, sűrűségállapot, szórási mechanizmusok), valamint kísérleti eredmények (spektroszkópia, transzport, diffrakció) fizikai értelmezésére, az alkalmazott modellek korlátainak és a bizonytalanságoknak a figyelembevételével.

Statisztikus fizika – komplex hálózatok [ZVETE11MFKF04]

- Ismeri a statisztikus fizika alapfogalmait és formális kereteit (sokaságok, entrópia, fluktuációk, korrelációk, skálázás) és a modellezéshez szükséges valószínűségi szemléletet; képes a statisztikus következtetéshez kapcsolódó bizonytalanságok kezelésére.
- Képes az általános statisztikus fizikai ismeretek alkalmazására, valamint komplex hálózatok strukturális jellemzésére és egyszerű dinamikák (pl. perkoláció, diffúzió/járványterjedés) elemzésére tipikus mérőszámok (fokszám-eloszlás, klaszterezettség, úthossz, központiság) alkalmazásával, valamint modellek illesztésére/validálására és az eredmények fizikai interpretációjára.

Statisztikus fizika – fázisátalakulások [ZVETE11MFKF05]

- Ismeri a statisztikus fizika alapfogalmait és formális kereteit (sokaságok, entrópia, fluktuációk, korrelációk, skálázás), a rendparaméter és szimmetria szerepét, valamint a kritikus jelenségek fő fogalmait (korrelációhossz, fluktuációk, skálázás, univerzalitás).
- Képes az általános statisztikus fizikai ismeretek alkalmazására, valamint fázisátalakulások kvalitatív és kvantitatív elemzésére egyszerű modellekben, fázisdiagramok és kritikus pontok meghatározására, valamint szimulációs/analitikus eredmények értelmezésére a statisztikai és szisztematikus bizonytalanságok figyelembevételével.

Statisztikus fizika – véletlen mátrixok elmélete [ZVETE11MFKF06]

- Ismeri a statisztikus fizika alapfogalmait és formális kereteit (sokaságok, entrópia, fluktuációk, korrelációk, skálázás); áttekintéssel rendelkezik a véletlen mátrixelmélet alap-sokaságairól és spektrális statisztikáiról.
- Képes az általános statisztikus fizikai ismeretek alkalmazására, továbbá véletlen mátrix modellek spektrális jellemzésére analitikus vagy numerikus eszközökkel, eredmények összevetésére elméleti jóslatokkal, valamint fizikai alkalmazásokban (pl. kvantumkáosz, transzport, adatelemzés) a modellfeltevések és bizonytalanságok kritikus értékelésére.

2.7.5. Kvantumtechnológia specializáció

I. A specializáció alapadatai

1. A specializáció megnevezése
 - a. magyarul: Kvantumtechnológia Specializáció
 - b. angolul: Quantum Technology Specialization
 - c. a képzés nyelvén: Quantum Technology Specialization
2. A specializáció képzési nyelve: angol
3. A specializáció kreditértéke: 53 kredit
4. A specializációért felelős szervezeti egység: TTK Fizikai Intézet
5. Specializációfelelős oktató: Makk Péter

II. A specializációhoz rendelés feltételei és szabályai

6. A specializációhoz rendelés feltételei
Lásd a 2.7.1-ben leírtakat.
7. A specializációhoz rendelés részletes szabályai
Lásd a 2.7.1-ben leírtakat.

III. A specializáció képzési célja és tartalma

7. A specializáció képzési célja:

A kvantumtechnológia specializáció célja olyan fizikus szakemberek képzése, akik elmélyült elméleti és gyakorlati ismeretekkel rendelkeznek a kvantummechanika modern alkalmazásai, valamint a kvantumtechnológiai rendszerek működése területén. A képzés hangsúlyt helyez a kvantumos fizikai jelenségek mélyebb megértésére, valamint a kvantuminformáció, kvantumkommunikáció, kvantumszámítás és kvantumérzékelés alapjainak elsajátítására.

A specializáció célja, hogy a hallgatók képessé váljanak kvantummechanikai rendszerek modellezésére, kvantumtechnológiai eszközök működésének elemzésére, valamint korszerű numerikus és kísérleti módszerek alkalmazására. Kiemelt szerepet kap a kvantumos állapotok manipulációjának, a koherenciajelenségeknek és a kvantumos mérési módszereknek a megértése.

A program elősegíti a hallgatók bekapcsolódását a kvantumtechnológiákhoz kapcsolódó kutatási és fejlesztési projektekbe, ezáltal megalapozva a doktori képzésben való részvételt és a high-tech kutatás-fejlesztési környezetben történő munkavégzést. A specializáció célja továbbá olyan szakemberek képzése, akik képesek a kvantumtechnológia területén születő tudományos eredmények nemzetközi szintű értelmezésére, kommunikációjára és alkalmazására.

8. A specializációban szerezhető sajátos kompetenciák

- a) tudás
 - i) Ismeri a modern fizika aktuális kutatási területeinek elméleti alapjait és főbb irányait.
 - ii) Ismeri a tudományos kutatás módszertanát, beleértve a hipotézisalkotás, modellépítés és validáció lépéseit.
 - iii) Ismeri a kvantumtechnológiai rendszerek modellezésére alkalmazott numerikus és analitikus módszereket.
 - iv) Ismeri a tudományos publikációk szerkezetét és a tudományos kommunikáció alapelveit.
 - v) Ismeri a szakterületéhez kapcsolódó nemzetközi szakirodalmat és kutatási trendeket.
 - vi) Ismeri a különböző fizikai modellek alkalmazhatósági határait és korlátait.
 - vii) Ismeri az interdiszciplináris kutatások módszertani alapjait.
 - viii) Ismeri a kutatásetika és tudományos integritás alapelveit.
- b) képesség
 - i) Képes komplex fizikai problémák önálló megfogalmazására és kutatási kérdésekké alakítására.
 - ii) Képes elméleti modellek kidolgozására és alkalmazására fizikai rendszerek leírására.
 - iii) Képes numerikus és szimulációs módszerek hatékony alkalmazására.
 - iv) Képes kutatási eredmények kritikai elemzésére és értelmezésére.
 - v) Képes önálló tudományos kutatás végzésére és annak dokumentálására.
 - vi) Képes tudományos közlemények írására és prezentálására angol nyelven.
 - vii) Képes bekapcsolódni kvantumtechnológiai kutatási és fejlesztési projektekbe.
 - viii) Képes új kutatási irányok azonosítására és kidolgozására.
- c) attitűd
 - i) Elkötelezett a tudományos igényesség és pontosság iránt.
 - ii) Nyitott a kvantumtechnológia gyorsan fejlődő kutatási irányainak megismerésére.
 - iii) Kritikus szemlélettel viszonyul a tudományos eredményekhez.
 - iv) Törekszik a mélyebb összefüggések feltárására és megértésére.
 - v) Elkötelezett a folyamatos szakmai fejlődés és önképzés iránt.
 - vi) Nyitott az interdiszciplináris együttműködésekre.
 - vii) Törekszik a tudományos eredmények korrekt és etikus közlésére.
 - viii) Motivált a tudományos kutatásban való aktív részvételre.
- d) autonómia és felelősség
 - i) Önállóan képes kutatási projektek megtervezésére és végrehajtására.
 - ii) Felelősséget vállal a kutatási eredmények hitelességéért és megbízhatóságáért.
 - iii) Képes önálló szakmai álláspont kialakítására és tudományos érvekkel való alátámasztására.

- iv) Tudatosan alkalmazza a kutatásetikai normákat és a tudományos integritás elveit.
- v) Képes együttműködni kutatócsoportokban, és részt venni közös kutatási feladatokban.
- vi) Felelősen kezeli a kutatási adatokat és forrásokat.
- vii) Képes kutatási irányok és projektek szakmai vezetésében való részvételre megfelelő tapasztalat birtokában.
- viii) Hozzájárul a tudományos közösség munkájához és a kutatási eredmények terjesztéséhez.

9. Szakmai gyakorlat sajátos, kiegészítő követelményei
Általános szabályok szerint

10. A diplomamunka sajátos, kiegészítő követelményei
Általános szabályok szerint

11. Záróvizsga sajátos követelményei

A specializáció záróvizsga tantárgycsoportjai

Záróvizsga tantárgycsoport kódja	Záróvizsga tantárgycsoport megnevezése	Záróvizsga tantárgycsoportba sorolt mintatantervi tantárgyak (tantárgynév, tantárgykód)
ZVETE11MFQT	Quantum Technology (Kvantumtechnológia)	BMETE11MF42 Quantum Information Processing (Kvantuminformáció-feldolgozás) BMETE15MF60 Quantum Computing Architectures (Kvantumszámítógép-architektúrák) BMETEEFMsFKVEK-00 Quantum Sensing and Quantum Communications (Kvantumérzékelés és kvantumkommunikáció) BMETEFTMSFNAFI-00 NanoPhysics (Nanofizika)

Az egyes záróvizsga tantárgycsoportok részletes követelményei (kompetencia-lista):

Kvantumtechnológia [ZVETE11MFQT]

- Ismeri a kvantumtechnológia elméleti és kísérleti alapjait, beleértve a kvantuminformáció alapfogalmait (qubit, szuperpozíció, összefonódás, mérés), a dekoherencia és hibamodellek szerepét, a kvantumkommunikáció és kvantumkriptográfia alapelveit, valamint a kvantumszámítás és kvantumérzékelés tipikus architektúráit és megvalósítási platformjait (pl. szupravezető, ioncsapda, fotonikus rendszerek).
- Képes kvantumtechnológiai eszközök és protokollok fizikai viselkedésének

elemzésére, egyszerű kvantumáramkörök és mérési sémák értelmezésére, a zaj- és hibahatások kvalitatív/kvantitatív értékelésére, valamint kapcsolódó kutatás-fejlesztési problémák megoldására (pl. paraméteroptimalizálás, validáció, teljesítménymutatók összevetése), az eredmények szakszerű dokumentálásával.

2.7.6. Nukleáris technika specializáció

I. A specializáció alapadatai

1. A specializáció megnevezése
 - a) magyarul: Nukleáris Technika Specializáció
 - b) angolul: Nuclear Technology Specialization
 - c) a képzés nyelvén: Nuclear Technology Specialization
2. A specializáció képzési nyelve: angol
3. A specializáció kreditértéke: 53 kredit
4. A specializációért felelős szervezeti egység: TTK Nukleáris Technikai Intézet
5. Specializációfelelős oktató: Czifrus Szabolcs

II. A specializációhoz rendelés feltételei és szabályai

6. A specializációhoz rendelés feltételei
Lásd a 2.7.1-ben leírtakat.
7. A specializációhoz rendelés részletes szabályai
Lásd a 2.7.1-ben leírtakat.

III. A specializáció képzési célja és tartalma

7. A specializáció képzési célja:

A nukleáris technika specializáció célja olyan fizikus szakemberek képzése, akik átfogó és elmélyült ismeretekkel rendelkeznek az atommagfizika, a sugárzásfizika és a nukleáris rendszerek működésének területén. A képzés hangsúlyt helyez a nukleáris energiatermelés fizikai alapjainak, a reaktorfizikai folyamatoknak, valamint a sugárzás és anyag kölcsönhatásának megértésére.

A specializáció célja, hogy a hallgatók képesek legyenek nukleáris technológiákhoz kapcsolódó komplex rendszerek elemzésére, modellezésére és biztonsági szempontú értékelésére. A képzés kiterjed a sugárvédelem, a nukleáris mérés-technika és a radioaktív anyagok kezelésének alapelveire is.

A program felkészíti a hallgatókat arra, hogy nukleáris létesítményekben, kutatóintézetekben vagy ipari környezetben szakszerűen és felelősségteljesen végezzenek szakmai tevékenységet. Emellett megalapozza a doktori képzésben való részvételhez szükséges elméleti és módszertani felkészültséget.

8. A specializációban szerezhető sajátos kompetenciák
 - a) tudás
 - i) Ismeri az atommagfizika alapvető törvényeit és a nukleáris kölcsönhatások főbb jellemzőit.

- ii) Ismeri a sugárzás és az anyag kölcsönhatásának mechanizmusait.
 - iii) Ismeri a reaktorfizika alapjait és a láncreakciók fizikai leírását.
 - iv) Ismeri a nukleáris energiatermelés és a reaktortechnológia működési elveit.
 - v) Ismeri a sugárvédelem alapelveit és a dózismérés módszereit.
 - vi) Ismeri a nukleáris mérés technika és detektortechnika alapjait.
 - vii) Ismeri a radioaktív anyagok kezelésének és tárolásának alapvető szabályait.
 - viii) Ismeri a nukleáris technológia ipari és kutatási alkalmazásainak főbb területeit.
- b) képesség
- i) Képes nukleáris folyamatok kvantitatív elemzésére és értelmezésére.
 - ii) Képes sugárzásdetektáló és mérőrendszerek alkalmazására és az eredmények kiértékelésére.
 - iii) Képes reaktorfizikai és sugárzásfizikai modellek alkalmazására.
 - iv) Képes sugárvédelmi szempontok figyelembevételével végzett munkára.
 - v) Képes nukleáris rendszerek működésének elemzésére és értékelésére.
 - vi) Képes mérési adatok feldolgozására és értelmezésére nukleáris alkalmazásokban.
 - vii) Képes kutatási és fejlesztési feladatokban való részvételre nukleáris területen.
 - viii) Képes szakmai eredmények szakszerű dokumentálására és bemutatására.
- c) attitűd
- i) Elkötelezett a biztonságos és felelősségteljes munkavégzés iránt nukleáris környezetben.
 - ii) Tudatosan törekszik a sugárvédelmi előírások betartására.
 - iii) Nyitott a nukleáris technológia fejlődésének követésére.
 - iv) Kritikus szemlélettel értékeli a nukleáris rendszerekkel kapcsolatos információkat.
 - v) Érzékeny a nukleáris technológia társadalmi és környezeti hatásaira.
 - vi) Törekszik a precíz és megbízható mérési és elemzési munkára.
 - vii) Nyitott az interdiszciplináris együttműködésre.
 - viii) Elkötelezett a folyamatos szakmai fejlődés iránt.
- d) autonómia és felelősség
- i) Önállóan képes nukleáris technológiai feladatok megtervezésére és végrehajtására.
 - ii) Felelősséget vállal a sugárvédelmi és biztonsági előírások betartásáért.
 - iii) Képes szakmai döntések meghozatalára nukleáris rendszerek működésével kapcsolatban.
 - iv) Együttműködik szakmai csoportokban, és részt vesz komplex feladatok megoldásában.
 - v) Tudatosan alkalmazza a kutatásetikai és biztonsági normákat.
 - vi) Felelősen kezeli a nukleáris anyagokkal és berendezésekkel kapcsolatos feladatokat.

vii) Képes önálló szakmai álláspont kialakítására és képviselésére.

viii) Hozzájárul a nukleáris technológia biztonságos és fenntartható alkalmazásához.

9. Szakmai gyakorlat sajátos, kiegészítő követelményei
Általános szabályok szerint.

10. A diplomamunka sajátos, kiegészítő követelményei
Általános szabályok szerint.

11. Záróvizsga sajátos követelményei
Általános szabályok szerint.

A specializáció záróvizsga tantárgycsoportjai

Záróvizsga tantárgycsoport kódja	Záróvizsga tantárgycsoport megnevezése	Záróvizsga tantárgycsoportba sorolt mintatantervi tantárgyak (tantárgynév, tantárgykód)
ZVETE80MFNT	Nuclear Technology – General (Nukleáris technika – általános)	BMETE80MFA4 Nuclear Power Plant Operation (Atomerőművi üzemeltetés) BMETE80AF33 Reactor Physics (Reaktorfizika) BMETE80MX03 Thermal Hydraulics of Nuclear Power Plants (Atomerőművek termohidraulikája) BMETE80MF62 Nuclear Physics (Magfizika)
ZVETE80MFNTA	Nuclear Energy (Nukleáris energia)	BMETE80MX04 Nuclear Power Plants (Atomerőművek) BMETE80MFA2 Nuclear Fuel Cycle (Nukleáris üzemanyagciklus) BMETE80AF33 Reactor Physics (Reaktorfizika) BMETE80MX03 Thermal Hydraulics of Nuclear Power Plants (Atomerőművek termohidraulikája)
ZVETE80MFNTF	Fusion Plasma Physics (Fúziós plazmafizika)	BMETE80MFA5 Introduction to Fusion Plasma Physics (Bevezetés a fúziós plazmafizikába) BMETE80MFAU Fluid Theories in Plasma Physics (Folyadékelméletek a plazmafizikában) BMETE80MFAI Fusion Devices (Fúziós berendezések)
ZVETE80MFNTN	Nuclear Methods (Nukleáris módszerek)	BMETE80MFA6 Neutron and Gamma Transport Methods (Neutron- és gamma-transzportmódszerek)

Zárvizsga tantárgycsoport kódja	Zárvizsga tantárgycsoport megnevezése	Zárvizsga tantárgycsoportba sorolt mintatantervi tantárgyak (tantárgynév, tantárgykód)
		BMETE80MFAD Monte Carlo Methods (Monte Carlo módszerek) BMETE80MFA7 Radioanalytics (Radioanalitika) BMETE80MFAC X-ray and gamma spectrometry (Röntgen- és gamma-spektrometria)

Az egyes zárvizsga tantárgycsoportok részletes követelményei (kompetencia-lista):

Nukleáris Technika – általános tételsor [ZVETE80MFNT]

- Ismeri a nukleáris technológia alapvető fogalmait és összefüggéseit, beleértve az atommagfizika és sugárzás-anyag kölcsönhatás alapjait, a reaktorfizika alapvető törvényszerűségeit, a reaktorfizikai mennyiségeket (kritikusság, reaktivitás, reaktivitástényezők, moderáció), a dózismérés és sugárvédelem alapelveit, a nukleáris mérés technika főbb sajátosságait. Ismeri a nukleáris üzemanyagok hőtechnikai jellemzőit, a reaktorok termo-hidraulikai folyamatait, továbbá a tervezési üzemzavarok és súlyos balesetek legfontosabb mechanizmusait és biztonsági összefüggéseit.
- Képes nukleáris technológiai rendszerek működésének fizikai elemzésére és értelmezésére, egyszerű számítások és becslések elvégzésére (pl. aktivitás, árnyékolás, neutronmérleg, kritikusság), mérési adatok és detektorjelek kiértékelésére, továbbá a reaktorfizikai, hőtechnikai és hidraulikai alapegyenletek alkalmazására, egyszerűbb mérnöki számítások és biztonsági elemzések elvégzésére, valamint az atomreaktorok működésének és tranziens folyamatainak értelmezésére.

Nukleáris energia [ZVETE80MFNTA]

- Ismeri az atomenergia-termelés fizikai alapjait, a termikus és gyors reaktorok működési elveit, a reaktorzóna és primerkör főbb funkcióit, a hőtermelés és hőelvezetés, termohidraulika alapösszefüggéseit, a reaktivitásszabályozás és biztonsági rendszerek szerepét, valamint a nukleáris üzemanyagciklus és üzem tranziens jelenségek alapfogalmait. Ismeri a reaktorfizikai számítások elveit, a transzportegyenlet közelítő megoldási módszereit.
- Képes reaktorfizikai folyamatok és nukleáris energetikai rendszerek elemzésére, egyszerű reaktorparaméterek és teljesítménymérlegek becslésére, üzemállapotok és tranziens jelenségek fizikai értelmezésére, továbbá biztonsági határfeltételek és szisztematikus bizonytalanságok figyelembevételével szakmai következtetések levonására és kommunikációjára.

Fúziós plazmafizika [ZVETE80MFNTF]

- Ismeri a plazmafizika alapfogalmait (Debye-hossz, plazmafrekvencia, ütközések, transzport), a mágneses összetartás alapelveit, a fúziós reakciók és

energiatermelés feltételeit (Lawson-kritérium), a tokamak és sztellarátor alapvető működését, továbbá a hullám-plazma kölcsönhatások és fűtési/áramhajtási módszerek alapjait. Ismeri a plazma leírására vonatkozó MHD egyenletek és azok egyszerűbb megoldásait.

- Képes plazmafizikai és fúziós folyamatok alapvető fizikájának modellezésére és a fejlettebb modellek értelmezésére, egyszerű stabilitási és egyensúlyi becslések elvégzésére, plazmadiagnosztikai mérések értelmezésére (pl. mágneses mérések, spektroszkópia, interferometria), valamint a transzport, turbulencia és veszteségi folyamatok hatásának értékelésére a következtetések megbízhatóságának megadásával.

Nukleáris módszerek [ZVETE80MFNTN]

- Ismeri a részecsketranszport számítások elvi alapjait, módszereit és alkalmazási területeit, a nukleáris mérési és detektálási módszerek fizikai alapelveit, a sugárzásdetektorok főbb típusait (gáz-, szcintillációs, félvezető detektorok) és jellemzőit, a jelalak- és spektrumkiértékelés alapjait, a háttér és szisztematikus hatások kezelését, a sugárforrás készítés, előkészítés sajátosságait, radioanalitikai módszereket. Ismeri a gamma spektroszkópia alapjait és jellegzetességeit.
- Képes nukleáris méréstechnikai eljárások alkalmazására és az eredmények értékelésére, mérési lánc összeállítására és kalibrációjára, spektrumok és időfüggő jelek feldolgozására, statisztikai bizonytalanságok és háttérkorrekciók kezelésére, valamint az alkalmazott módszerek korlátainak figyelembevételével megalapozott következtetések levonására. Képes az egyszerűbb részecsketranszport számítások elvégzésére különböző programok felhasználásával.

2.7.7. Természettudományos adatalemzés specializáció

I. A specializáció alapadatai

1. A specializáció megnevezése
 - a) magyarul: Természettudományos Adatalemzés Specializáció
 - b) angolul: Scientific Data Processing Specialization
 - c) a képzés nyelvén: Scientific Data Processing Specialization
2. A specializáció képzési nyelve: angol
3. A specializáció kreditértéke: 53 kredit
4. A specializációért felelős szervezeti egység: TTK Fizikai Intézet
5. Specializációfelelős oktató: Török János

II. A specializációhoz rendelés feltételei és szabályai

6. A specializációhoz rendelés feltételei
Lásd a 2.7.1-ben leírtakat.
7. A specializációhoz rendelés részletes szabályai
Lásd a 2.7.1-ben leírtakat.

III. A specializáció képzési célja és tartalma

8. A specializáció képzési célja:

A Scientific Data Processing specializáció célja olyan fizikus szakemberek képzése, akik képesek nagymennyiségű tudományos adat korszerű feldolgozására, elemzésére és értelmezésére, különös tekintettel a fizikai kutatásokban keletkező komplex adathalmazokra. A képzés a fizikai modellezés és az adatvezérelt megközelítések integrációjára épít, ötvözve a statisztikai módszereket, numerikus technikákat és modern számítógépes eszközöket.

A specializáció célja, hogy a hallgatók elsajátítsák az adatfeldolgozás teljes folyamatát az adatgyűjtéstől és előfeldolgozástól kezdve a modellezésen és elemzésen át az eredmények interpretációjáig. Kiemelt szerepet kap a gépi tanulási módszerek, a nagy adathalmazok kezelése és a reprodukálható tudományos számítások gyakorlata.

A képzés felkészíti a hallgatókat arra, hogy kutatási és ipari környezetben egyaránt képesek legyenek adatintenzív problémák megoldására, valamint a fizikai rendszerekhez kapcsolódó adatok tudományos igényű feldolgozására. Emellett megalapozza a doktori képzésben való részvételhez szükséges módszertani és analitikus készségeket.

9. A specializációban szerorzhető sajátos kompetenciák

a) tudás

- i) Ismeri a statisztikai adatfeldolgozás és valószínűségszámítás alapvető módszereit.
- ii) Ismeri a numerikus módszerek és algoritmusok fizikai alkalmazásait.
- iii) Ismeri a tudományos adatfeldolgozás során alkalmazott programozási eszközöket és környezeteket.
- iv) Ismeri a gépi tanulás alapvető módszereit és azok alkalmazhatóságát fizikai problémákban.
- v) Ismeri a nagyméretű adathalmazok kezelésének és tárolásának alapelveit.
- vi) Ismeri az adatvizualizáció és tudományos eredménymegjelenítés módszereit.
- vii) Ismeri a mérési adatok hibaanalízisének és bizonytalanságkezelésének módszereit.
- viii) Ismeri a reprodukálható tudományos számítások és adatkezelés alapelveit.

b) képesség

- i) Képes nagymennyiségű tudományos adat hatékony feldolgozására és elemzésére.
- ii) Képes statisztikai és numerikus módszerek alkalmazására fizikai problémák megoldásában.

- iii) Képes programozási eszközök használatára adatfeldolgozási és modellezési feladatokban.
 - iv) Képes gépi tanulási módszerek alkalmazására fizikai rendszerek adatainak elemzésében.
 - v) Képes mérési adatok hibaanalízisére és az eredmények megbízhatóságának értékelésére.
 - vi) Képes komplex adathalmazok strukturálására és vizualizációjára.
 - vii) Képes adatfeldolgozási munkafolyamatok dokumentálására és reprodukálhatóvá tételére.
 - viii) Képes interdiszciplináris környezetben adatvezérelt problémák megoldására.
- c) attitűd
- i) Elkötelezett a pontos és megbízható adatfeldolgozás iránt.
 - ii) Kritikus szemlélettel viszonyul az adatokhoz és az elemzési eredményekhez.
 - iii) Nyitott az új adatfeldolgozási módszerek és technológiák elsajátítására.
 - iv) Törekszik a reprodukálható és átlátható tudományos munkavégzésre.
 - v) Érzékeny az adatok értelmezésének korlátaira és bizonytalanságaira.
 - vi) Nyitott az interdiszciplináris együttműködésre.
 - vii) Elkötelezett a folyamatos szakmai fejlődés iránt.
 - viii) Törekszik az etikus adatkezelésre és a tudományos integritás betartására.
- d) autonómia és felelősség
- i) Önállóan képes adatfeldolgozási és elemzési feladatok megtervezésére és végrehajtására.
 - ii) Felelősséget vállal az adatfeldolgozás pontosságáért és az eredmények megbízhatóságáért.
 - iii) Képes szakmai döntések meghozatalára adatvezérelt problémák esetén.
 - iv) Tudatosan alkalmazza az adatkezelési és kutatásetikai normákat.
 - v) Képes együttműködni kutatócsoportokban és adatintenzív projektekben.
 - vi) Felelősen kezeli az adatokat, figyelembe véve azok korlátait és bizonytalanságait.
 - vii) Képes önálló szakmai álláspont kialakítására az adatok értelmezése során.
 - viii) Hozzájárul a tudományos eredmények megbízható és átlátható közléséhez.
10. Szakmai gyakorlat sajátos, kiegészítő követelményei
Általános szabályok szerint
11. A diplomamunka sajátos, kiegészítő követelményei
Általános szabályok szerint
12. Záróvizsga sajátos követelményei:
Általános szabályok szerint.

A specializáció záróvizsga tantárgycsoportjai

Záróvizsga tantárgycsoport kódja	Záróvizsga tantárgycsoport megnevezése	Záróvizsga tantárgycsoportba sorolt mintatantervi tantárgyak (tantárgynév, tantárgykód)
ZVETE11MFDP	Scientific Data Processing (Természettudományos adatelemzés)	BMETE15MF74 Computer Simulations in Physics (Számítógépes szimulációk a fizikában) BMETEEFMsFSFIZ-00 Statistical Physics (Statisztikus fizika) BMETEEFMsFMIFI-00 Artificial Intelligence in Physics (Mesterséges intelligencia a fizikában)

Az egyes záróvizsga tantárgycsoportok részletes követelményei (kompetencia-lista):

Természettudományos adatelemzés [ZVETE11MFDP]

- Ismeri a fizikai rendszerek numerikus, sztochasztikus és statisztikus modellezésének alapvető módszereit (Monte Carlo, molekuláris dinamika, sztochasztikus differenciálegyenletek, hálózatok és diszkrét modellek), valamint a tudományos adatfeldolgozás és statisztikai elemzés alapelveit, beleértve az adatkezelés, hibaanalízis, modellezés és reprodukálható számítási környezetek módszertanát; képes szimulációs és adatfeldolgozási módszerek alkalmazására, nagy adathalmazok elemzésére és az eredmények kritikus értékelésére.
- Ismeri a mesterséges intelligencia fizikai alkalmazásainak alapvető módszereit (pl. alapvető neurális hálózattípusok, szimbolikus regresszió, surrogate modellek, physics-informed neurális hálózatok), valamint képes adatvezérelt és gépi tanulási módszerek alkalmazására fizikai rendszerek és adathalmazok modellezésében, elemzésében és az eredmények interpretációjában.

2.8. A mesterképzési szak sajátosságai

2.8.1. Bemeneti feltételek

A 65/2021. ITM rendelet 2. mellékletében foglalt szaklista (szakképzettség lista) alapján a KKK-val összhangban, illetve a 87/2015. Korm. rendelet 21/F. §-a alapján intézményi hatáskörben [az Nftv. 15. § (1a) bekezdése alapján] létesített mesterképzési szakok esetében az Oktatási Hivatal által nyilvántartásba vett KKK-val összhangban

1. Feltétel nélkül elfogadott alapképzésben szerezhető szakképzettségek:
 - a) fizika alapképzési szakon szerzett szakképzettség;
 - b) fizikus-mérnöki alapképzési szakon szerzett szakképzettség.
2. Részlegesen elfogadott alapképzésben szerezhető szakképzettségek:
 - a) a kémia, a környezettan, a villamosmérnöki, a vegyészmérnöki, a gépészmérnöki, a mechatronikai mérnöki, az anyagmérnöki, a mérnökinformatikus, a matematika alapképzési szakokon szerzett szakképzettség, valamint
 - b) a természettudományi, műszaki vagy informatikai képzési területhez tartozó további alapképzési szakokon szerzett szakképzettségek, továbbá azok az alapképzési és mesterképzési szakok, illetve a felsőoktatásról szóló 1993. évi LXXX. törvény szerinti szakok, amelyeket a kredit megállapításának alapjául szolgáló ismeretek összevetése alapján a KKB elfogad.
3. A mindenképpen kizárt alapképzésben szerezhető szakképzettségek, amelyekről a mesterszakra történő felvétel kizárt: -

2.8.2. A képzés megkezdéshez vagy folytatásához szükséges kompetenciák

A részlegesen elfogadott szakképzettségek esetén a képzésbe történő belépéshez vagy a képzés folytatásához mindenképpen minimális szükséges kompetenciák vagy ismeretkörök és azokból minimálisan szükséges kreditek:

A mesterképzésbe való belépéshez szükséges minimális kreditek száma 65 kredit az alábbi területekről:

Részlegesen elfogadott szakképzettség (szak)	A belépéshez vagy a képzés folytatásához szükséges kulcskompetenciák VAGY ismeretkörök és kreditértékek
alkalmazott matematikus alapképzési szak	Fizika, fizikai kémia, elektronika vagy műszaki fizika területéről legalább 25 kredit; matematika, informatika, programozás vagy számítástechnika területéről legalább 18 kredit, ebből matematika legalább 10 kredit; megfelelő természettudományos alapozottság (kémia, anyagtudomány, nukleáris és környezetvédelmi ismeretek, mérés, folyamatszabályozás, irányítástechnika).

villamosmérnök alapképzési szak	Fizika, fizikai kémia, elektronika vagy műszaki fizika területéről legalább 25 kredit; matematika, informatika, programozás vagy számítástechnika területéről legalább 18 kredit, ebből matematika legalább 10 kredit; megfelelő természettudományos alaposztottság (kémia, anyag-tudomány, nukleáris és környezetvédelmi ismeretek, mérés, folyamatszabályozás, irányítástechnika).
vegyész alapképzési szak	Fizika, fizikai kémia, elektronika vagy műszaki fizika területéről legalább 25 kredit; matematika, informatika, programozás vagy számítástechnika területéről legalább 18 kredit, ebből matematika legalább 10 kredit; megfelelő természettudományos alaposztottság (kémia, anyag-tudomány, nukleáris és környezetvédelmi ismeretek, mérés, folyamatszabályozás, irányítástechnika).
gépészmérnök alapképzési szak	Fizika, fizikai kémia, elektronika vagy műszaki fizika területéről legalább 25 kredit; matematika, informatika, programozás vagy számítástechnika területéről legalább 18 kredit, ebből matematika legalább 10 kredit; megfelelő természettudományos alaposztottság (kémia, anyag-tudomány, nukleáris és környezetvédelmi ismeretek, mérés, folyamatszabályozás, irányítástechnika).
mechatronikai mérnök alapképzési szak	Fizika, fizikai kémia, elektronika vagy műszaki fizika területéről legalább 25 kredit; matematika, informatika, programozás vagy számítástechnika területéről legalább 18 kredit, ebből matematika legalább 10 kredit; megfelelő természettudományos alaposztottság (kémia, anyag-tudomány, nukleáris és környezetvédelmi ismeretek, mérés, folyamatszabályozás, irányítástechnika).
anyagmérnök alapképzési szak	Fizika, fizikai kémia, elektronika vagy műszaki fizika területéről legalább 25 kredit; matematika, informatika, programozás vagy számítástechnika területéről legalább 18 kredit, ebből matematika legalább 10 kredit; megfelelő természettudományos alaposztottság (kémia, anyag-tudomány, nukleáris és környezetvédelmi ismeretek, mérés, folyamatszabályozás, irányítástechnika).
2.8.1. pont 2) alpont b) esetében	A jelentkezőnek teljesítenie kell a KKK szerinti minimális bemeneti követelményeket: legalább 25 kredit fizika vagy kapcsolódó területeken, legalább 18 kredit matematika/informatika/programozás területén – ebből matematika legalább 10 kredit –, továbbá megfelelő természettudományos alaposztottság (egyéb

természettudományos ismeretek (kémia, anyagtudomány, nukleáris és környezetvédelmi ismeretek, mérés, folyamatszabályozás, irányítástechnika).

2.8.3. A hiányzó kompetenciák megszerzésének módja

A fenti általános követelményeken túl, az egyes specializációk konkrét ismeretköröket írnak elő. Ezek felsorolása és az ismeretköröket jellemzően lefedő tárgyak megjelölése a 2.8.4 alatti táblázatban található.

A hiányzó kompetenciák megszerzésének módja, feltételei:

A mesterképzéssel párhuzamosan teljesíthető részismereti képzésben.

A mesterképzéssel párhuzamosan teljesíthető részismereti képzésben, illetve a képzéssel párhuzamosan felvezető tantárgyak teljesítésével lehetséges, megszerzésüket a következő kritériumtárgyak igazolják:

Specializáció	Kritériumtárgy
Nuclear Technology	Basic Nuclear Physics Knowledge
Research Physicist	Basic Physics Knowledge
Nanotechnology and Materials Science	Basic Physics Knowledge
Quantum Technology	Basic Physics Knowledge
Optics and Photonics	Basic Physics Knowledge OP
Scientific Data Processing	Basic Physics Knowledge DP

A mesterképzésbe való felvétel feltétele, hogy a hallgató korábbi tanulmányai alapján legalább 40 kredittel rendelkezzen. A hiányzó krediteket a mesterképzéssel párhuzamosan meg kell szerezni a felvételtől számított két féléven belül, a BME Tanulmányi és vizsgaszabályzatában meghatározottak szerint.

2.8.4. A hiányzó kompetenciák megszerzését biztosító tantárgyak

Kompetenciák vagy ismeretkör	Teljesítésre szolgáló tan- tárgy(ak) kódja(i)	tantárgynév (tantárgynevek)
Nukleáris fizikai alapismeretek Basic Nuclear Physics Knowledge	BMETEEFBsPHKVF-00 BMETENTBsPRFAI-00 BMETE80AF42	Quantum Physics Reactor Physics Fundamentals Nuclear Measurement Techniques Radiation Protection
Fizikai Alapismeretek Basic Physics Knowledge	BMETE15AP59 BMETEEFBsPHKVF-00 BMETE11AP61	Modern Physics Quantum Physics Solid State Physics
Fizikai Alapismeretek OP Basic Physics Knowledge OP	BMETE12AP49	Electrodynamics and Optics
Fizikai Alapismeretek DP Basic Physics Knowledge DP	BMETESZBsPBATU-00 BMETEEFBsPNEUH-00	Introduction to Data Science Neural Networks

Kompetenciák vagy ismeretkör	Teljesítésre szolgáló tan- tárgy(ak) kódja(i)	tantárgynév (tantárgynevek)
		Complex Networks

3. Kompetenciamérések

A kompetenciamérések célja, hogy a hallgatók fejlődését nyomon lehessen követni a képzés teljes időtartama alatt. Ennek érdekében három fő mérési pont különíthető el:

- **Bemeneti (entry-level):** a képzés megkezdésekor, a meglévő előismeretek és kompetenciák azonosítására;
- **Közbenső (mid-term):** a képzés során meghatározott időpontban, az előrehaladás ellenőrzésére;
- **Kimeneti (exit-level):** a képzés végén, a tanulási eredmények teljesülésének igazolására.

3.1. Bemeneti kompetenciamérés

1. A bemeneti kompetenciamérés célja:

A hallgatók meglévő természettudományos, matematikai és informatikai előismereteinek, valamint problémamegoldó és analitikus kompetenciáinak feltérképezése a képzés megkezdésekor. A mérés célja annak megállapítása, hogy a hallgatók rendelkeznek-e azokkal az alapkompétenciákkal, amelyekre a fizikus mesterszak elméleti, kísérleti és számításos ismeretanyaga épül.

2. A bemeneti kompetenciamérés időpontja:

Felvételikor, illetve a képzés első félévének kezdetén.

3. A mérésre kerülő kompetenciák leírása:

Mérési pont	Mérendő példakompetenciák
Entry-level	Tudás: A bemeneti kompetenciáknak (lásd 2.8.) megfelelő alapfogalmak ismerete: klasszikus mechanika, elektrodinamika, kvantumfizika, matematikai alapok, numerikus módszerek, programozási és informatikai alapismeretek.
Entry-level	Képesség: Analitikus és logikai problémamegoldás, alapvető számítási készségek, digitális kompetenciák, mérési és adatértelmezési alapkészségek.
Entry-level	Attitűd: Tanulási motiváció, nyitottság az új tudományos ismeretekre, érdeklődés a kutatási problémák iránt.
Entry-level	Autonómia és felelősség: Alapvető tanulásszervezési készségek, önálló feladatmegoldásra való képesség, időgazdálkodás.

4. A kompetenciamérés módszertana:

A hallgatók a felvételi eljárás során szóbeli beszélgetésen és/vagy írásbeli felmérésen vesznek részt, amely az alapképzés során megszerzett fizikai, matematikai és informatikai ismereteket méri fel. A mérés része lehet rövid problémamegoldó vagy számítási feladatok megoldása is.

3.2. Közbenső kompetenciamérés(ek)

1. A közbenső kompetenciamérés(ek) célja(i):
Annak vizsgálata, hogy a hallgatók elsajátították-e a fizikus mesterszak elméleti és módszertani alapjait, képesek-e azokat önállóan alkalmazni kísérleti, elméleti vagy számításos feladatokban, valamint megfelelően felkészültek-e a diplomamunka megkezdésére.
2. A közbenső kompetenciamérés(ek) időpontja(i): a képzés 2. vagy 3. félévében.
3. A mérésre kerülő kompetenciák leírása:

Mérési pont	Mérendő példakompetenciák
Mid-term	Tudás: Fizikai modellek és elméletek megértése, alkalmazása és összekapcsolása különböző szakterületeken.
Mid-term	Képesség: Kísérlettervezés, adatfeldolgozás, numerikus és analitikus módszerek alkalmazása, mérőeszközök és tudományos szoftverek használata.
Mid-term	Attitűd: Kritikai szemlélet, tudományos igényesség, együttműködési készség kutatási környezetben.
Mid-term	Autonómia és felelősség: Önálló tanulás, részfeladatok önálló elvégzése, aktív részvétel csoportmunkában vagy kutatási projekteknél.

4. A kompetenciamérés módszertana:
A kompetenciák mérése elsősorban laboratóriumi gyakorlatok, projektfeladatok, kutatási beszámolók és szemináriumi prezentációk keretében történik. A hallgatók önálló vagy kiscsoportos feladatokat oldanak meg, amelyek során bemutatják a fizikai problémák elemzésére és megoldására való képességüket. A diplomamunka megkezdésének feltétele a kapcsolódó laboratóriumi, projekt- vagy kutatási tárgyak sikeres teljesítése.

3.3. Kimeneti kompetenciamérés

1. A kimeneti kompetenciamérés célja:
A képzés végén annak igazolása, hogy a hallgatók teljesítették a fizikus mesterszak tanulási eredményeit és szakmai kompetenciáit, valamint képesek önálló tudományos vagy kutatás-fejlesztési feladatok magas szintű elvégzésére.
2. A kimeneti kompetenciamérés időpontja: Az utolsó félév vizsgaidőszakában, a diplomamunka benyújtásához és védéséhez kapcsolódóan.
3. A mérésre kerülő kompetenciák leírása:

Mérési pont	Mérendő példakompetenciák
Exit-level	Tudás: A fizikai tudományterület elméleteinek és módszereinek szintetizálása, komplex fizikai rendszerek és jelenségek értelmezése.
Exit-level	Képesség: Önálló kutatási vagy fejlesztési feladatmegoldás, kísérleti, elméleti vagy numerikus elemzés, kutatásalapú gondolkodás.
Exit-level	Attitűd: Felelős szakmai hozzáállás, tudományos igényesség, etikai érzékenység.
Exit-level	Autonómia és felelősség: Önálló szakmai döntéshozatal kutatási helyzetekben, önreflexió, felelősségvállalás a kutatási eredményekért.

4. A kompetenciamérés módszertana:

A hallgatók a diplomamunka keretében önálló kutatási vagy fejlesztési feladatot oldanak meg. A diplomamunka védeése során a záróvizsga-bizottság nemcsak a dolgozat tartalmát és szakmai színvonalát értékeli, hanem a hallgató tudását, problémamegoldó képességét, tudományos gondolkodását, szakmai önállóságát és felelősségvállalását is méri.

4. Mobilitási ablak

4.1. A mobilitási ablak féléve vagy félévei

A képzési program a hallgatói nemzetközi mobilitás támogatása érdekében mobilitási ablakot biztosít. A Fizikus MSc képzés négy féléves, 120 kredites program; a mintatanterv szerint az első három félévben szakmai törzsanyag, specializációs tárgyak, szemináriumok és önálló laboratóriumi munka, a negyedik félévben pedig a diplomamunka készítése dominál. A BME Fizikus MSc leírása szerint az első évben elsősorban a kurzusok, míg a második–negyedik félévben a diplomamunkához vezető kutatási tevékenység kap kiemelt szerepet.

A mobilitási ablak féléve | félévei: elsődlegesen a 3. félév, kiegészítő lehetőségként a 2. félév.

A 3. félév azért tekinthető elsődleges mobilitási ablaknak, mert ekkor a hallgató már rendelkezik a mesterszintű szakmai alapozás jelentős részével, jellemzően már kiválasztotta kutatási témáját, és a külföldi részképzés vagy kutatási tevékenység jól illeszthető az önálló laboratóriumi munkához, a specializációs tárgyakhoz, illetve a diplomamunka előkészítéséhez. A 2. félév akkor tekinthető mobilitási ablakként alkalmazhatónak, ha a külföldön teljesítendő tantárgyak előzetes befogadása biztosított, és a hallgató tanulmányi előrehaladása nem sérül. A 4. félév teljes féléves tanulmányi mobilitásra általában kevésbé javasolt, mivel ekkor történik a diplomamunka véglegesítése, beadása, bírálata és védelme.

4.2. A mobilitási ablakban teljesített tantárgyak elismerése

A mobilitási ablakban teljesített tantárgyak elismerése előzetes szakmai vizsgálat és jóváhagyás alapján történik. A hallgatónak a kiutazást megelőzően tanulmányi szerződést kell készítenie, amelyben megjelöli a külföldön teljesítendő tantárgyakat, azok kreditértékét, tanulási eredményeit és a BME-n történő befogadás tervezett módját. A BME Erasmus előzetes tárgybefogadási dokumentuma szerint az előzetes tantárgybefogadási űrlap a Learning Agreement mellékletét képezi, és a kari Erasmus-koordinátorhoz vagy tantárgyfelelőshöz kell benyújtani jóváhagyásra.

A kötelező vagy kötelezően választható tárgyként történő befogadáshoz a külföldi tantárgy részletes tantárgyleírását csatolni kell. Az elismerés során vizsgálni kell a tantárgy tanulási eredményeit, tematikáját, kreditértékét, számonkérési módját és a Fizikus MSc képzési céljaihoz való illeszkedését. A befogadás akkor támogatható, ha a külföldi tantárgy érdemben hozzájárul a fizikus mesterszakon elvárt tudás, képesség, attitűd, valamint autonómia és felelősség kompetenciák fejlődéséhez. A szakmai megfeleltetésnél irányadó, hogy a tanulási eredmények legalább lényeges részükben fedjék a helyettesíteni kívánt BME-tantárgy céljait, különösen specializációs, laboratóriumi vagy kutatómódszertani tárgyak esetében. Kötelezően választható tárgyként olyan tárgy is elfogadható, aminek nincs szoros megfelelője a kurzuskínálatban, de illeszkedik a specializáció képzési céljaihoz.

Szabadon választható tárgyként olyan külföldi kurzus is befogadható, amely a fizika, alkalmazott fizika, anyagtudomány, optika, fotonika, nukleáris technológia, adattudomány, számításhoz fizika vagy más kapcsolódó természettudományos-műszaki területhez kapcsolódik. Általános nyelvi, sport- vagy kulturális kurzus csak akkor fogadható be, ha az a képzési program szabadon választható részébe illeszthető, és az intézményi szabályok ezt lehetővé teszik.

4.3. A mobilitási ablakra vonatkozó különös rendelkezések

1. Partnerintézmény kiválasztására vonatkozó ajánlások

A partnerintézménynek akkreditált felsőoktatási intézménynek vagy elismert kutatóintézeti háttérrel rendelkező felsőoktatási partnernek kell lennie. Előnyt élveznek azok a partnerek, ahol a képzési kínálat és kutatási profil illeszkedik a Fizikus MSc specializációihoz, különösen az alapkutatás, nanotechnológia és anyagtudomány, optika és fotonika, kvantumtechnológia, nukleáris technika, illetve tudományos adatfeldolgozás területén. A BME Fizikus MSc nyilvános leírása szerint a képzés többek között alapkutatási, alkalmazott fizikai, anyagtudományi, optikai, kvantumtechnológiai, adattudományi és nukleáris technikai irányokat fed le.

A partner kiválasztásakor különösen figyelembe kell venni, hogy a fogadó intézmény kínál-e mesterszintű fizikai kurzusokat, laboratóriumi vagy kutatási projektlehetőségeket, valamint biztosít-e megfelelő szakmai konzulenszt. A BME Fizikai Intézet és Nukleáris Technikai Intézet külön listát is közöl a rövid idejű képzésre, például Erasmus-mobilitásra érkező hallgatók számára elérhető fizikai tárgyakról, ami mutatja, hogy a nemzetközi részképzés tantárgyi szinten is kezelhető formában szervezhető.

2. A külföldi részképzés minőségbiztosítása

A külföldi részképzés minőségbiztosításának alapja az előzetesen jóváhagyott Learning Agreement és az ahhoz kapcsolódó tárgybefogadási dokumentáció. A fogadó intézmény tantárgyainak kreditértéke, tanulási eredményei, követelményrendszere és értékelési módja legyen előzetesen megismerhető és dokumentált. A BME előzetes tárgybefogadási eljárása szerint a külföldön teljesítendő tantárgyak befogadását előzetesen kell kezdeményezni; változás esetén az előzetes befogadás érvényét veszti, és utólagos tárgyekvivalencia-vizsgálat szükséges.

A hallgató tanulmányi előrehaladását a mobilitás előtt és után ellenőrizni kell. A mobilitás akkor tekinthető megfelelően illeszkedőnek, ha a hallgató a külföldön teljesített krediteket a mintatanterv szerinti előrehaladás sérelme nélkül tudja beszámíttatni.

3. Hallgatói elégedettség vizsgálata

A mobilitást követően a hallgató szakmai beszámolót készít, amelyben értékeli a külföldi részképzés szakmai tartalmát, a fogadó intézmény oktatási és kutatási környezetét, a tantárgyak illeszkedését a Fizikus MSc képzési céljaihoz, valamint a mobilitás hatását saját szakmai fejlődésére. A beszámoló kiterjedhet a tanulmányi előrehaladásra, a kreditelismerés tapasztalataira, az oktatási módszerekre és a kutatási lehetőségekre. Az így nyert visszajelzések alapján a képzési program mobilitási ajánlásai és a preferált partnerintézményi kör folyamatosan fejleszthető.

4. A külföldön teljesítendő tantárgyakra vonatkozó iránymutatások

A külföldön teljesítendő tantárgyaknak illeszkedniük kell a Fizikus MSc szakmai profiljához és a hallgató specializációjához. Elsősorban olyan tárgyak javasoltak, amelyek a modern fizika, elméleti fizika, kísérleti fizika, anyagtudomány, nanotechnológia, kvantumtechnológia, optika, fotonika, nukleáris technika, számításhoz fizika, adattudomány vagy rokon természettudományos területek mester-szintű ismereteit fejlesztik.

Kötelező vagy kötelezően választható tárgyként történő befogadás esetén célszerű legalább érdemi tanulási eredménybeli megfelelést biztosítani a kiváltandó BME-tárggyal. Specializációs tárgyaknál nem kizárólag a cím szerinti egyezés, hanem a szakmai tartalom, módszertani mélység, kreditérték és számonkérési forma együttes vizsgálata szükséges. Nem javasolt olyan tárgyak beszámítása, amelyek nem kapcsolódnak a fizikus mesterszak szakmai kompetenciáihoz.

5. Egyéb információk

A BME-n az Erasmus+ és egyéb mobilitási programok rövid és hosszabb külföldi tanulmányi programokat, szakmai utakat és gyakorlati képzési lehetőségeket is támogatnak. A Fizikus MSc esetében a mobilitás különösen akkor hasznos, ha az a hallgató diplomamunka-témájához, specializációjához vagy kutatócsoporti tevékenységéhez kapcsolódik.

4.4. A mobilitási ablakban végzett szakmai gyakorlat különös szabályai

A Fizikus MSc képzésben a szakmai gyakorlat kritériumjellegű képzési elem; a min-tatanterv szerint a 2. félév után legalább 3 hét időtartamban teljesítendő. A tanrend szerint valamennyi specializáció előírja szakmai gyakorlat teljesítését, és az Önálló laboratórium 1–2 tárgyak, valamint a szakmai gyakorlat a diplomamunka részét képezik.

A mobilitási ablakban külföldön végzett szakmai gyakorlat akkor fogadható el, ha a gyakorlólhely szakmai profilja illeszkedik a hallgató specializációjához vagy diplomamunka-témájához. Elfogadható gyakorlólhely lehet külföldi egyetemi laboratórium, kutatóintézet, nagyberendezéshez kapcsolódó kutatási infrastruktúra, illetve olyan

ipari vagy alkalmazott kutatási környezet, ahol a hallgató fizikai, anyagtudományi, optikai, fotonikai, nukleáris, számításhoz vagy adatfeldolgozási feladatokat végez.

A szakmai gyakorlat során végzendő tevékenységek közé tartozhat kísérleti munka, mérési adatok feldolgozása, numerikus vagy analitikus modellezés, szakirodalmi feldolgozás, műszeres karakterizáció, detektálási vagy adatkiértékelési feladat, illetve a diplomamunkához kapcsolódó kutatási részfeladat. A gyakorlat elfogadásának feltétele a fogadó intézmény vagy kutatócsoport igazolása, a végzett tevékenység szakmai leírása, valamint a BME témavezető vagy belső konzulens jóváhagyása.

4.5. A mobilitási ablakban történő diplomamunka-készítés különös szabályai

A diplomamunka külföldi környezetben történő készítése támogatott, amennyiben a téma illeszkedik a Fizikus MSc képzési céljaihoz, a hallgató specializációjához és a BME-n jóváhagyott diplomamunka-feladathoz. A fizikus MSc diplomamunka a témavezető irányításával elért önálló kutatási vagy kutatás-fejlesztési eredményeket tartalmazó írásbeli beszámoló; a munkának a fizikus MSc tanulmányok ismeretanyagára kell épülnie, és a szerző önálló munkájának kell lennie.

Külső, így külföldi témavezető vagy konzulens bevonása esetén BME-s belső konzulensnek kell kijelölni Fizikai Intézet vagy a Nukleáris Technikai Intézet megfelelő tanszékéről, aki biztosítja, hogy a téma illeszkedjen a BME Fizikus MSc képzési céljaihoz és a választott specializációhoz.

A feladatmegosztás szerint a külföldi konzulens biztosítja a külföldi kutatási környezetben végzett szakmai munka helyi irányítását, míg a BME-s témavezető vagy belső konzulens felel a képzési programhoz, a diplomamunka-követelményekhez és a záróvizsgához való illeszkedésért. A diplomamunka értékelése és védelme a BME eljárásrendje szerint történik. Külföldi szakértő bevonható bírálóként vagy szakmai véleményezőként, de a végső minősítést a záróvizsga-bizottság állapítja meg. A BME tanrendje szerint a diplomamunka értékelésére szakmai bírálót kell felkérni, és a záróvizsga-bizottság a témavezetői és bírálói javaslatok, valamint a védelem alapján állapítja meg a diplomamunka osztályzatát.

5. Mikrotanúsítványokkal összefüggő rendelkezések, modulok

Ezen képzés esetében nem releváns, illetve nem alkalmazható.

6. A képzés mintatanterve

6.1. A képzés mintatanterve

A képzés mintatanterve (csatolmányban):



26.2_TTK_fizikus
MSc_kepzési program

6.2. Tantárgyi megfeleltetés a korábbi mintatantervvel

A Numerikus módszerek tantárgy a korábbi mintatantervben kötelező tantárgyként szerepelt, azonban az új mintatantervben már nem kötelező elem. A tantárgy továbbra is felvehető, illetve teljesítése egyenértékű az új mintatantervben szereplő Artificial Intelligence in Physics tantárgy teljesítésével.

A korábbi mintatantervben szereplő Fizika Laboratórium tantárgyakat az új mintatantervben szereplő, korszerűsített Physics Laboratory tárgyak helyettesítik.

A gazdaságtudományi ismereteket biztosító tantárgyak esetében a hallgatók a korábbi vagy az új mintatantervben szereplő tantárgylistából egyaránt választhatnak.

Az új mintatantervben a képzés törzsanyagában a Quantum Statistical Physics tantárgy a korábbi mintatantervben szereplő Statisztikus fizika 2 tantárgy helyettesítőjeként fogadható el.

A korábbi mintatanterv Diplomamunka tantárgyát az új mintatantervben szereplő Diploma Work 1 és Diploma Work 2 tantárgyak váltják fel. A korábbi Diplomamunka tantárgy teljesítése az új mintatanterv szerinti diplomamunka-követelmények teljesítésének tekinthető, illetve az új Diploma Work 1 és Diploma Work 2 tantárgyak együttesen feleltethetők meg a korábbi Diplomamunka tantárgynak.

6.2.1. A fizikus MSc mintatanterv tantárgyainak megfeleltetése

A kreditátviteli bizottság határozatának

száma: TTK KKB 2026.05.22. (2)

kelte: 2026. május 22.

Kifutó fizikus MSc mintatanterv tantárgyai		Új mintatanterv egyenértékű tantárgyai	
kód	tantárgynév	kód	tantárgynév
BMETE12MF76	Diplomamunka-készítés NA	BMETEFTMsFDNA1-00 BMETEFTMsFDNA2-00	Diploma Work NM 1+ Diploma Work NM 2
BMETE12MF75	Diplomamunka-készítés OP	BMETEAFMsFDOP1-00 BMETEAFMsFDOP2-00	Diploma Work OP 1+ Diploma Work OP 2
BMETE11MF33	Diplomamunka-készítés KF	BMETEEFMsFDKF1-00 BMETEEFMsFDKF2-00	Diploma Work RP 1+ Diploma Work RP 2
BMETE80MF53	Diplomamunka-készítés NT	BMETENTMsFDNT1 BMETENTMsFDNT2	Diploma Work NT 1+ Diploma Work NT 2
BMETE92MF00	Numerikus módszerek	BMETEEFMsFMIFI-00	Artificial Intelligence in Physics
BMETE11MF46	Fizika Laboratórium NA	BMETE11MF02	Physics Laboratory
BMETE12MF64	Fizika Laboratórium OP	BMETE12MF64	Physics Laboratory OP
BMETE11MF02	Fizika Laboratórium KF	BMETE11MF02	Physics Laboratory
BMETE80MF01	Fizika Laboratórium NT	BMETE11MF01	Physics Laboratory NT
BMETE15MF73	Statisztikus fizika 2	BMETEEFMsFNESF-00	Non-equilibrium Statistical Physics